



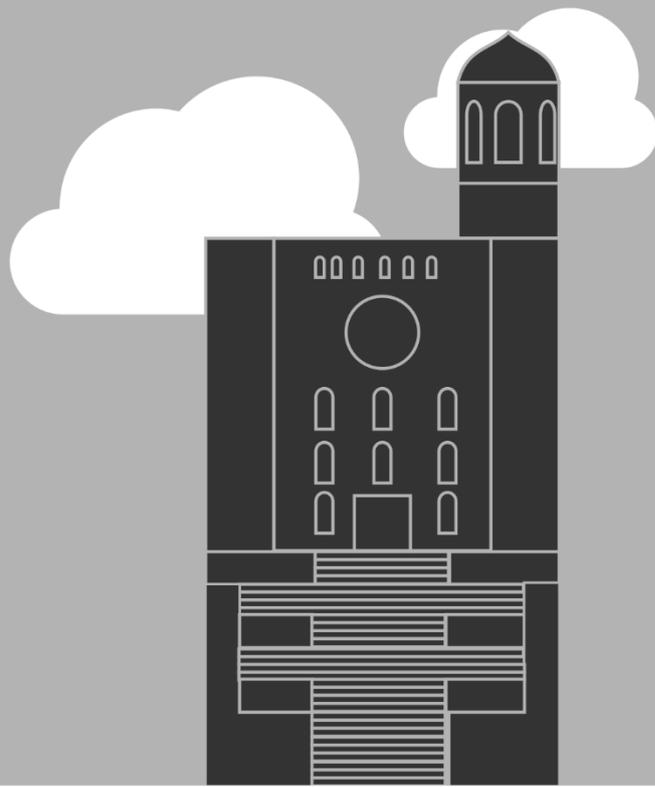
LIBRO DE PONENCIAS



UIEET'31

**Congreso Universitario de Innovación
Educativa en las Enseñanzas Técnicas**

17-19 julio 2024, Girona



CUIEET'31

Congreso Universitario de Innovación
Educativa en las Enseñanzas Técnicas
17-19 julio 2024, Girona

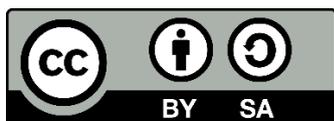
Libro de Ponencias



Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior



CONFERENCIA DE DIRECTORES
DE ESCUELAS DE INGENIERÍA
DE ÁMBITO INDUSTRIAL



Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-SA 4.0). Siempre que se cite la autoría, se puede reproducir, distribuir, comunicar públicamente y transformar o adaptar la obra. Si se transforma o adapta, la obra resultante debe difundirse con la misma licencia que la obra original. La licencia completa se puede consultar en <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>.

© **de los textos:** los autores correspondientes

Edita: Universitat de Girona - Servei de Publicacions

ISBN: 978-84-8458-680-7

Girona, Julio de 2024

Bienvenida

El congreso CUIEET se ha consolidado a lo largo de sus ediciones como un escenario imprescindible de intercambio de experiencias en innovación educativa en el ámbito de las ingenierías, con particular mención a la rama industrial. En este foro compartimos, año tras año, propuestas, intereses y reflexiones sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. Cómo usar metodologías activas, cómo incorporar nuevas tecnologías, cómo fortalecer las relaciones con el entorno, o cómo asegurar la formación en competencias. Además, el CUIEET es también un punto de encuentro que nos permite compartir experiencias y crecer, tanto desde la perspectiva profesional como personal.

Esta edición del Congreso CUIEET coincide con la celebración del 50 aniversario de la Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona, que en este medio siglo se ha convertido en el espacio físico de la gestión del saber y del conocimiento en ingeniería, tecnología y arquitectura y edificación, compartiéndolo para formar y para transformar el entorno.

Paralelamente a la celebración del Congreso, y por tercer año consecutivo, se llevará a cabo en la Escola Politècnica Superior la 3ª edición de las Olimpíadas Nacionales de Ingeniería Industrial. Esta iniciativa, promovida por la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería de Ámbito Industrial (CDEIAI), en la que colaboran el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España y el Consejo General de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España, pretende estimular el interés por las profesiones STEAM en general, y por la ingeniería industrial en particular, y premiar el esfuerzo y la excelencia académica.

ÁREAS TEMÁTICAS

Para ello, hemos preparado tres áreas temáticas sobre las que compartiremos conferencias plenarias, mesas redondas y ponencias.

- Área temática 1: Reflexión sobre la formación en ingeniería
- Área temática 2: Transformación digital e inteligencia artificial (IA)
- Área temática 3: Experiencia e innovación en metodologías docentes

Desde la Escola Politècnica Superior (EPS) de la Universitat de Girona (UdG) os damos la bienvenida a la XXXI edición del Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET'31). Este congreso es una iniciativa de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería del Ámbito Industrial (CDEIAI) que se organiza cada año en alguno de los centros integrados en dicha conferencia. Esta trigésimo primera edición tendrá lugar en la Escola Politècnica Superior, en Girona, los días 17 a 19 de julio de 2024.

Comité Organizador

Girona, julio 2024

Comités

Comité de Honor

D. Quim Salvi Mas

Rector de la Universitat de Girona

D. Joaquim Nadal i Farreras

Conseller de Recerca i Universitats. Generalitat de Catalunya

D. Lluç Salellas Vilar

Alcalde de Girona

D. José Antonio Galdón Ruiz

Presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI)

D. César Franco Ramos

Presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España (CGII)

D. Jordi Fabrellas Payret

Decano del Colegio de Ingenieros Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Girona (CETIG)

D. Joaquim Reda Llambrich

Presidente Demarcación de Girona del Colegio de Ingenieros Industriales de Cataluña (EIC)

D^a. M.Àngels Pèlach Serra

Presidenta de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería de Ámbito Industrial (CDEIAI)

Directora de la Escola Politècnica Superior (EPS-UdG)

Comité Científico

Presidencia

Marc Delgado Aguilar

Comisión ejecutiva

Joaquim Agustí Tarrés Farrés

Norbert Blanco Villaverde

Andrea Bikfalvi

Beatriz López Ibáñez

M.Luisa Garcia Romeu de Luna

Rudi de Castro Vila

Francisco Javier Espinach Orús

Vocales

Inés Suárez Ramón

Universidad de Oviedo

María Arantzazu Gómez Esteban

Universidad de Castilla-La Mancha

Luis Lafuente Molinero

Universidad de Cádiz

Martín Orna Carmona

Universidad de Zaragoza

Vicente Díaz Casás

Universidad de A Coruña

Isabel Carrillo Ramiro

Universidad Politécnica de Madrid

Ramon Pujol Nadal

Universidad de Les Illes Balears

Juan Antonio Monsoriu Serra

Universidad Politécnica de Valencia

Ignasi Florensa Ferrando

Universidad Autónoma de Barcelona

Joaquín Barreiro García

Universidad de León

Paloma Cubillas Fernández

Universidad de Cádiz

Juan Carlos García

Universidad de Alcalá de Henares

Pedro María Lara Santillán

Universidad de La Rioja

José Antonio Almendros Ibáñez

Universidad de Castilla-La Mancha

Salvador Pérez Litrán

Universidad de Huelva

Miquel Nogués Aymamí

Universitat de Lleida

Comité Organizador

Presidencia

Xevi Cufí Solé

Comisión ejecutiva

Mei Calm Puig

Anton Bardera Reig

Ester Gifra Bassó

M.Luisa García Romeu de Luna

Rudi de Castro Vila

Vocales

Daniel Trias Mansilla

Joaquim Armengol Llobet

Jordi Soler Busquets

Mònica Toldrà Alegret

Cristina Barris Peña

Joan Pujol Planella

Nuno Ricardo Estrela Gracias

Marta Fort Masdevall

Gustavo Patow

Inés Ferrer Real

Concepció Moragrega García

Fernando Julián Pérez

Organizadores



Escola Politècnica Superior



Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería Industrial

Colaboradores



Parc de Recerca i Innovació
Universitat de Girona

Parc de recerca i Innovació de la UdG



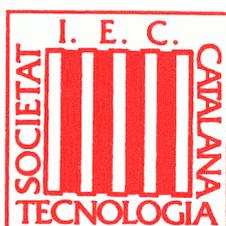
Patronat Politècnica



Col·legi Enginyers Tècnics Industrials
de Girona



Enginyers Industrials de Catalunya
(Girona)



Societat Catalana de Tecnologia



Ajuntament de Girona



Generalitat de Catalunya (Girona)

Índice de Contenidos

Bienvenida	7
Comités	9
Comité de Honor	9
Comité Científico	11
Presidencia	11
Comisión ejecutiva	11
Vocales.....	11
Comité Organizador.....	12
Presidencia	12
Comisión ejecutiva	12
Vocales.....	12
Organizadores.....	13
Colaboradores	13
Índice de Contenidos	15
REFLEXIONES SOBRE LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA	19
Presentaciones	19
MID 001 Propuesta docente de la asignatura Sistemas de Tiempo Real para el Grado de Informática Industrial y Robótica	21
EMID 002 Proceso de creación del videojuego Elemental Home para concienciar sobre los materiales en la vida diaria.....	29
EMID 003 Evaluación de clases prácticas de control automático mediante vídeos para Youtube. Primeros resultados.....	35
EMID 004 La tutoría para el desarrollo personal y profesional del alumnado de ingeniería ..	41
EMID 005 Aplicación de metodologías centradas en el alumno para la mejora del aprendizaje de “Sistemas Mecánicos”	49
EMID 006 Implementación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en Ingeniería Biomédica: caso de la asignatura de Biofabricación.....	55
EMID 007 Actividades formativas extra académicas en el ámbito de las Cátedras de Universidad.....	61
EMID 008 El Uso de Herramientas Computacionales en la Evaluación Potencia el Rendimiento en Teoría de Máquinas.....	67
EMID 009 Tutorización basada en la experiencia para el aprendizaje en electrónica	73
EMID 010 Cooperación entre España y Colombia en el uso docente de teléfonos inteligentes para la enseñanza de la Física	81
EMID 011 Incorporación de la segunda lengua extranjera en la Ingeniería Gráfica.	87
EMID 012 Realidad Extendida para Android y Hololens con fines docentes en Ingeniería Mecánica	93
EMID 013 Impacto de la formación en eficiencia energética contra la Pobreza Energética en barrios desfavorecidos de Madrid aplicando la metodología de Aprendizaje y Servicio, ApS	

.....	101
EMID O14 Tandem entre pensamiento lateral y humor en la gestión de la sostenibilidad en ingeniería	107
EMID O15 El aprendizaje por proyectos en la Escuela Politécnica Superior de la Universitat de Girona	113
EMID O16 Diseño y fabricación de máquinas de ensayo manuales para prácticas de Elasticidad y Resistencia de Materiales en las enseñanzas de Ingeniería	119
EMID O17 El uso del debate como herramienta docente en la asignatura Ingeniería del Transporte	125
EMID O18 "Escape Room": estrategia para la captación de talento y vocaciones en estudios STEM. Caso de la Escuela Politécnica Superior de Córdoba	131
EMID O19 Experiencias matemáticas en la Setmana de l'Arquitectura i la Construcció de la Universitat de Girona	137
EMID O20 Estudio de la absorción en agua de la radiación infrarroja de un mando a distancia.	143
EMID O21 Escape Room Educativo. Proyecto cooperativo interdisciplinar.....	149
EMID O22 AVATREQ, una plataforma digital para formar y evaluar la competencia del trabajo en equipo.....	157
EMID O23 El grupo de innovación docente "Materials x Matemàtiques"	163
EMID O24 A Practical Guide to English as a Medium of Education: Reflections and Strategies	169
EMID O25 Juegos serios de cartas en asignaturas de tecnología ambiental	172
EMID O26 Exploring the Impact of Exam Retakes and Students Collaboration in Mathematics Education	177
EMID O27 Uso docente de la página web Statistics Kingdom en la asignatura Estadística... ..	183
EMID O28 Vídeos Educativos en Estadística: Estrategias Innovadoras para el Aprendizaje Activo	189
EMID O29 Transformación Metodológica de Prácticas: Implementación del Aprendizaje Activo en un Entorno de Coordinación Vertical Mediante Talleres Virtuales y Simuladores de Control Numérico	193
EMID O30 Evaluación continua como vía para reducir el absentismo y fomentar el estudio diario en "Ingeniería de Fabricación"	199
EMID O31 Relación entre los resultados de aprendizaje alcanzados por los egresados durante el TFG/TFM y su actividad profesional actual	205
EMID O32 Design of teaching resources to consolidate the foundations of the pre-university student's physic-mathematical intelligence	211
EMID O33 Un caso práctico de ABP: "Encén Montilivi"	217
EMID O34 Dando la nota: aprendizaje apoyado con canciones en asignaturas de tecnología del medio ambiente	221
Pósteres	227
EMID P01 Clase Inversa: identificando estrategias efectivas de implementación.....	229
EMID P02 Integración de Recursos Informáticos y de Laboratorio en Teoría de Máquinas para Aumentar el Rendimiento en Dinámica.....	233

EMID P03 Aplicación de metodología Hackathon en asignatura de Ingeniería Eléctrica	239
EMID P04 Aproximaciones a las metodologías ágiles aplicadas al desarrollo de proyectos de diseño.	245
EMID P05 Desarrollo de un laboratorio virtual para el estudio de circuitos RLC.....	251
EMID P06 Cálculo de potencia en un circuito RCL serie empleando un Smartphone como generador de funciones	257
EMID P07 Estudio de la ley del inverso del cuadrado de la distancia utilizando la señal infrarroja de un mando a distancia	261
EMID P08 Evaluación de las prácticas de laboratorio de una asignatura de máster: elaboración de un póster académico.....	265
EMID P09 <i>Learning by doing</i> : proyecto integrado en experimentación en química	271
EMID P10 Generación de propuestas de TFG/M a partir de un proyecto para avanzar en la sostenibilidad de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).....	277
TRANSFORMACIÓN DIGITAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	285
Presentaciones	285
RFI O01 Perspectivas y Avances en la Consolidación del Título Dual del Grado en Ingeniería en Automoción de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (UPV/EHU)	287
RFI O02 Acciones para implementar una educación transformadora en la adquisición de competencias de sostenibilidad en Ingeniería y Diseño Industrial	293
RFI O03 Percepciones de profesorado de tecnología en formación inicial sobre la enseñanza de su materia en secundaria	299
RFI O04 La integración de las Competencias Transversales en las titulaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial.....	305
RFI O05 Identificación de las variables psicoeducativas y académicas que impactan en el rendimiento académico en la asignatura de Química de primer curso universitario de Ingenierías	311
RFI O06 Perfeccionamiento de las Prácticas en Empresa y las Relaciones Internacionales en la formación en Ingeniería. El caso de la ETSIADI de Valencia	319
RFI O07 Formación básica en Ética y Objetivos de Desarrollo Sostenible en primer curso de un grado en Ingeniería.....	325
RFI O08 El escape room como actividad para la captación de talento en los estudios de ingeniería	333
RFI O10 Jornadas de Prácticas Externas y Empleabilidad. Simbiosis Universidad-empresa..	339
RFI O11 La Feria Tecnológica de la Comunidad Valenciana y su impacto en las enseñanzas tecnológicas.....	345
RFI O12 Modelo onboarding para la atracción y retención del talento en Ingeniería. Programa Desayuna Ingeniería	351
RFI O13 Medición de la brecha del aporte del conocimiento de egresados de cuatro programas de estudios empresariales en sus economías familiares	357
Pósteres	363
RFI P01 Proyecto de desarrollo integrado de competencias transversales en un grado de ingeniería: Desarrollo	365
RFI P02 Las acreditaciones en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño	

Industrial	371
RFI P03 Tutorización y orientación profesional en el seno de una asignatura contextual en primer curso de un Grado en Ingeniería	377
RFI P04 ODS: ¿Qué más debe aprender el alumnado de ingeniería sobre IoT?	385
EXPERIENCIA E INNOVACIÓN EN METODOLOGÍAS DOCENTES	393
Presentaciones	393
TDAI O01 Creación y Diseño del Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a la Industria e Ingeniería Asistida por Ordenador (Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea)	395
TDAI O02 Estudio de la resistencia óhmica de la bobina de un circuito RLC en resonancia .	401
TDAI O03 Preliminary study of neural network model to apply to a power historical data of a PV plant of 2.73 kW	405
TDAI O04 IA en proyectos Arquitectónicos: El caso de la vivienda social	409
Pósteres	413
TDAI P01 Estudio del interferómetro de Michelson mediante un laboratorio virtual	415
TDAI P02 Digitalización de la gestión documental en la ETS de Ingenieros Industriales de la UNED	419

REFLEXIONES SOBRE LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA

- Educación inclusiva
- Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)
- Relaciones internacionales
- Relación universidad-empresa
- Cooperación
- Tutoría, mentoría y coaching
- Atracción de talento
- Transformación social de los estudiantes universitarios: absentismo, efectos pospandemia, etc.
- Soft skills en estudios de ingeniería

Presentaciones

MID O01 Propuesta docente de la asignatura Sistemas de Tiempo Real para el Grado de Informática Industrial y Robótica

Ana Guasque^a, Patricia Balbastre^b y Alfons Crespo^c

^a Universitat Politècnica de València, e-mail: anguaor@ai2.upv.es, ^b Universitat Politècnica de València, e-mail: patricia@ai2.upv.es, ^c Universitat Politècnica de València, e-mail: acrespo@ai2.upv.es

Abstract

This article describes a teaching proposal oriented to the training of undergraduate students in real-time systems disciplines in the new curriculum of the degree in Industrial Computing and Robotics, introduced in the academic period 2022/2023. Since real-time systems subjects are traditionally placed in Industrial Electronics and Automation or Computer Science studies, it is necessary to adapt the contents to the new degree. This work details the basic and specific competences to be acquired in this type of subjects as well as their planning, contents and evaluation. The pedagogical approach focuses on practical application, using a mobile embedded platform with ARM architecture. The practices are carried out using the Ada programming language and the Ravenscar profile, specially designed for critical embedded systems.

The suggested methodological approach allows the student to work progressively, starting with introductory activities for the familiarization with the programming language and the development board and ending in the practical application with real robots. Finally, the impact of this teaching proposal is evaluated by conducting surveys among students to measure the improvement of skills and knowledge after taking this course.

Keywords: Real-time systems, mobile robot, Ada, Ravenscar.

Resumen

Este artículo describe una propuesta docente orientada a la formación de alumnos universitarios en disciplinas de sistemas de tiempo real en el nuevo plan de estudios del Grado en Informática Industrial y Robótica, introducido en el período académico 2022/2023. Dado que las asignaturas de sistemas de tiempo real tradicionalmente se ubican en estudios de Electrónica Industrial y Automática o Informática, es necesario adaptar los contenidos al nuevo grado. Este trabajo detalla la planificación y contenidos teóricos y prácticos de esta asignatura. El enfoque pedagógico se centra en la aplicación práctica, mediante el uso de una plataforma empotrada móvil con arquitectura ARM. Las prácticas se realizan utilizando el lenguaje de programación Ada y el perfil Ravenscar, especialmente diseñado para sistemas empotrados críticos.

El enfoque metodológico sugerido permite al estudiante trabajar de forma progresiva, comenzando con actividades introductorias para la familiarización con el lenguaje de programación y la placa de desarrollo y finalizando en la aplicación práctica con robots reales. Finalmente, se evalúa el impacto de esta propuesta docente mediante la realización de encuestas entre los estudiantes, que midan la mejora de habilidades y conocimientos tras cursar esta asignatura.

Palabras clave: Sistema de tiempo real, robot móvil, Ada, Ravenscar.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La inclusión de la disciplina de Sistemas de Tiempo Real (STR) en los nuevos planes de estudio responde al creciente interés en la formación de diversos perfiles de ingenieros. Los

STR son sistemas donde las restricciones de tiempo de respuesta son tan cruciales como la precisión de la respuesta misma. Estos sistemas suelen interactuar con elementos físicos en su entorno y encuentran aplicaciones en áreas como sistemas empotrados, aviónica, espacio, comunicación, robótica y control de procesos, entre otras.

Aunque el contenido de la materia podría abarcar varias asignaturas, el objetivo es situarla adecuadamente dentro de las expectativas de los estudiantes que cursan el plan de estudios del Grado en Informática Industrial y Robótica (GIIR). Para lograrlo, se destacarán los aspectos generales de la disciplina, para luego abordar en detalle aspectos informáticos de gran relevancia para su perfil. Esto les permitirá adquirir de manera práctica todas las herramientas necesarias para implementar sistemas con estas características.

La asignatura Sistemas de Tiempo Real pertenece al segundo curso del GIIR, es de carácter obligatorio y cuenta con una carga docente de 4.5 créditos, 3 de teoría y 1.5 de prácticas. La asignatura cuenta con 68 estudiantes matriculados en el curso 2023/2024 que se reparten en dos grupos: 36 y 32 estudiantes. Dado el perfil de los estudiantes a los que va dirigida la asignatura, la parte práctica se enfocará en trabajar con dispositivos empotrados, que se pueden programar con lenguajes de alto nivel como Ada. Ada es un lenguaje de programación ampliamente empleado en el ámbito de los sistemas de tiempo real críticos en sectores como espacio, defensa o aviónica.

El resto del artículo se organizará de la siguiente manera: a continuación, se presenta la metodología docente. Se describe el contenido teórico de la asignatura para continuar con la aplicación práctica, que es donde se centra este artículo. Para ello se presenta el programa de prácticas y las herramientas utilizadas para el desarrollo de estas. Por último, se presenta la metodología para evaluar la propuesta de la asignatura, seguida de las conclusiones.

METODOLOGÍA

En esta sección se describe la propuesta docente de la asignatura Sistemas de Tiempo Real.

TEORÍA

La propuesta docente teórica de la asignatura Sistemas de Tiempo Real es similar a otras asignaturas del ámbito. La asignatura comienza en la Unidad Didáctica (UD) 1 con una introducción al contexto de los STR: definición, características de tamaño, complejidad, fiabilidad, etc. También se tratan los sistemas operativos de tiempo real y sus diferencias con otro tipo de sistemas operativos. La UD 2 hace una breve introducción a los lenguajes de programación para implementar un STR y se enfoca en Ada como lenguaje orientado a STR y sistemas empotrados. Se describen los tipos de datos y sus atributos, estructuras de control, subprogramas, paquetes, etc. en Ada. Las UDs 3 y 4 amplían las características de la programación secuencial descrita en la UD 2 y engloban aspectos de programación en bajo nivel y programación concurrente, respectivamente. La UD 5 trata sobre la implementación de STR a través de tareas periódicas y aperiódicas y la UD 6 abarca aspectos de planificación de STR: modelos temporales, algoritmos de planificación y análisis de planificabilidad, etc.

Tabla 1: Distribución y evolución de los créditos (CT: Créditos teóricos; CP: Créditos prácticos; CTA: créditos teóricos acumulados; CPA: créditos prácticos acumulados)

UD	Unidad Didáctica	CT	CP	CTA	CPA
1	Introducción	0,2	-	0,2	-
2	Programación secuencial en Ada	1	0,3	1,2	0,3
3	Programación de bajo nivel	0,2	0,6	1,4	0,9
4	Programación concurrente	0,8	0,15	2,2	1,05

5	Programación de STR	0,4	0,3	2,6	1,35
6	Planificación de STR	0,4	0,15	3	1,5

La Tabla 1 muestra la evolución de la carga del estudiante a través de las unidades didácticas.

En la siguiente sección se profundizará en el lenguaje de programación Ada, que se utilizará en la asignatura para implementar sistemas críticos. Además, se hará una introducción al perfil Ravenscar, subconjunto del lenguaje Ada dedicado a los sistemas en tiempo real que requieren una alta confiabilidad operativa.

El lenguaje Ada y el perfil Ravenscar

Ada (Ada-Europe 2022) es un lenguaje de programación de alto nivel diseñado para aplicaciones críticas en términos de seguridad, como sistemas de control de tráfico aéreo, aplicaciones militares, médicas y financieras. Su función principal consiste en asegurar la seguridad y la confiabilidad de los sistemas en los que se implementa.

Ada se diferencia de otros lenguajes de programación de alto nivel gracias a su enfoque riguroso y su habilidad para identificar errores durante la etapa de compilación. Este enfoque implica que gran parte de los errores de programación se descubren antes de la ejecución del código, lo que aumenta la confiabilidad y la seguridad de los sistemas en los que se implementa. Además, Ada tiene características específicas diseñadas para la programación de sistemas concurrentes y distribuido, en los que varios procesos deben operar de manera coordinada y sin contratiempos.

El perfil Ravenscar (Burns 2017) constituye un subconjunto del lenguaje de programación Ada diseñado específicamente para aplicaciones en STR crítico. Introduce restricciones en la parte concurrente del lenguaje con el objetivo de facilitar análisis temporales y posibilitar una implementación eficaz del núcleo de ejecución. Con este perfil se asegura un modelo de ejecución concurrente determinista, de tal forma que sea apto para STR estrictos.

PRÁCTICAS

En esta sección se van a describir las herramientas a utilizar para el desarrollo de las prácticas de la asignatura, así como el entorno de programación empleado.

El entorno de desarrollo GNAT Studio

GNAT Studio (AdaCore 2001) es un entorno de desarrollo integrado que se utiliza principalmente para el desarrollo de software en el lenguaje de programación Ada.

La interfaz de GNAT Studio proporciona un acceso directo a las herramientas de GNAT Pro, facilitando así la utilización de constructores de programas, depuradores y herramientas de análisis estático y dinámico. Además, posibilita la integración de sistemas de control de versiones de terceros y se puede personalizar según las necesidades específicas de cada proyecto.

Alphabot y plataforma de desarrollo

El robot móvil del que se dispone en la asignatura es el Alphabot, que está formado por un chasis y un adaptador para la placa de desarrollo. La placa con la que se va a trabajar es la Cora Z7. La arquitectura Zynq-7000 integra un procesador ARM Cortex-A9 de núcleo simple o doble de 667MHz con FPGA de la serie a Xilinx 7. En la Figura 1 se observa el montaje del robot móvil.

La Figura 2 describe los elementos de los que dispone el chasis del robot móvil. Para el desarrollo de la asignatura, se va a hacer uso de los sensores fotoeléctricos infrarrojos para la detección de obstáculos y los sensores para el seguimiento de líneas (elementos 5 y 6 en Figura

2, respectivamente). Además, ha sido necesario el diseño del adaptador para la Cora, que ha sido realizado por personal técnico del instituto de investigación ai2. La Figura 3 muestra el esquema de conexiones de dicho adaptador.



Figura 1. Alphabet

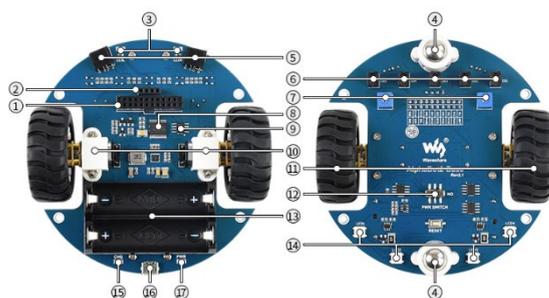


Figura 2. Base Alphabet.

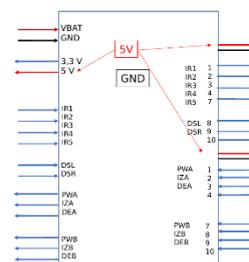


Figura 3. Adaptador de Alphabet para la Cora Z7.

<https://www.waveshare.com/wiki/AlphaBot2-Pi>

Cora Z7 (Diligent 2018) es una plataforma de desarrollo que combina hardware y software, diseñada por Diligent Inc. Es parte de la serie Zynq-7000 de Xilinx, que integra un procesador de doble núcleo ARM Cortex-A9 con lógica programable FPGA (*Field-Programmable Gate Array*) en un solo chip (ver Figura 4). Esta combinación permite a los desarrolladores aprovechar las ventajas de un procesador de propósito general junto con la flexibilidad y capacidad de procesamiento paralelo proporcionadas por una FPGA.

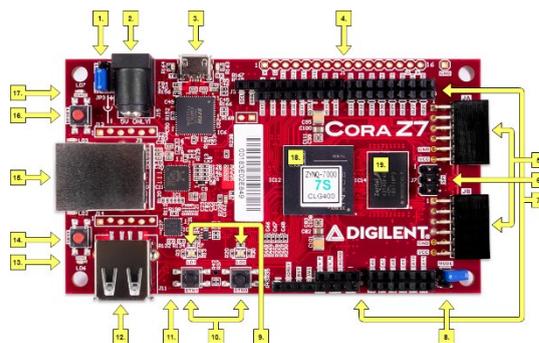


Figura 4. Descripción de Cora Z7.

La siguiente sección detalla en profundidad el contenido práctico a desarrollar en la asignatura.

Programa de prácticas

En esta sección se describe la propuesta docente práctica de la asignatura Sistemas de Tiempo Real. El cuatrimestre se reparte en 10 sesiones prácticas de 1.5 horas, formando los 1.5 créditos. Los estudiantes trabajarán en parejas, debido al número de puestos de trabajo disponibles en el laboratorio. La Tabla 2 muestra la planificación de las prácticas durante el cuatrimestre. El programa de prácticas se detalla a continuación.

Tabla 2. Planificación de la asignatura a lo largo del cuatrimestre.

Semana	Unidad Didáctica	Práctica	Contenido	Semana	Unidad Didáctica	Práctica	Contenido
1	UD1, UD2	-	-	8	UD4	6	FPGA con Vivado
2	UD2	1	Ada secuencial	9	UD4	7	Robot móvil
3	UD2	2	Ada secuencial	10	UD4	8	Robot móvil
4	UD2	3	Ada secuencial	11	UD4		
5	UD2	4	Ada secuencial	12	UD5	9	Robot móvil
6		5	FPGA con Vivado	13	UD5	10	Robot móvil
7	UD3			14	UD6		
				15	UD6		Evaluación

El contenido práctico de la asignatura es similar al de otras asignaturas del ámbito, como son “Sistemas Informáticos de Tiempo Real” (Balbastre 2023), del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática o “Diseño, Validación y Certificación de Sistemas Embarcados” (Balbastre y Crespo 2023) del Grado en Ingeniería Aeroespacial. Todas ellas pretenden que los alumnos adquieran la capacidad de diseñar aplicaciones industriales entendiendo las exigencias temporales y utilizar los lenguajes de programación y sistemas operativos adecuados que faciliten el proceso de diseño y desarrollo. Asimismo, persiguen que el alumno sea capaz de analizar un sistema de tiempo real y poder determinar si éste cumplirá las restricciones temporales impuestas.

Prácticas 1 - 4: Ada secuencial.

Esta primera parte de las prácticas consistirá en la familiarización con el lenguaje Ada. Los estudiantes deberán aplicar los conocimientos de las clases teóricas para resolver problemas sencillos de programación en el entorno GNAT Studio. De esta manera, se familiarizarán con el entorno de trabajo y pondrán en práctica conceptos como tipos de datos, procedimientos y funciones, paquetes, gestión del tiempo y excepciones, correspondientes a la UD 2.

Algunos problemas serán calcular la distancia entre dos puntos en el plano cartesiano, identificar si dos números son primos, implementar una estructura de datos tipo pila y las funciones de añadir, eliminar y listar los elementos de la pila, implementar una estructura de datos tipo genérica, añadir excepciones para las operaciones de agregar y eliminar de la pila y usar funciones de gestión del tiempo de Ada para controlar aplicaciones de tiempo real.

Prácticas 5 y 6: Programación de la FPGA con Vivado.

En esta práctica, el estudiante aprenderá a programar la FPGA (Field Programmable Gate Array) con Vivado. Vivado Design Suite (Figura 5) es una herramienta de Xilinx para el desarrollo de System on Chip (SoC). Una de sus principales funciones es la programación de las FPGA y la gestión de los recursos de las placas de desarrollo y sus respectivos procesadores de una forma gráfica e intuitiva.

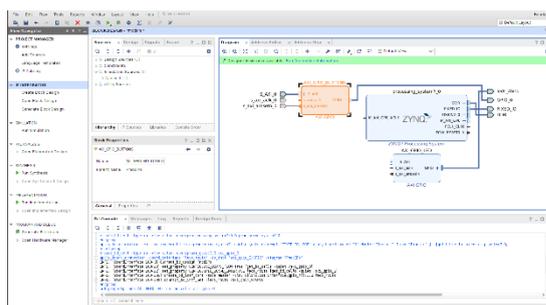


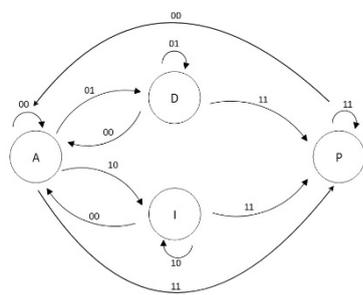
Figura 5. Programación de la FPGA con Vivado.

El objetivo de esta práctica es crear un diseño hardware sencillo exportable para ser ejecutado sobre la placa. Este diseño incluirá el procesador Zynq y varios periféricos AXI GPIO conectados a botones y leds. Una vez configurado, se realizará un código fuente en Ada para el control de los periféricos AXI GPIO. Este código deberá controlar que, cuando se puse alguno de los botones, se enciendan los leds correspondientes. Por último, se creará el ejecutable y se exportará sobre la placa real para comprobar su funcionamiento. Con estas prácticas se afianzan los conceptos aprendidos en la UD3.

A partir de esta sesión, los estudiantes trabajarán con la plataforma móvil. Se les proporcionarán las librerías correspondientes a la programación de la FPGA para la Cora. La idea de las prácticas 5 y 6 es que el estudiante sea capaz de generar estas librerías para hacer uso de ellas en las siguientes sesiones.

Prácticas 7 - 10: Resolución de problemas reales con el robot móvil.

En las sesiones 7 y 8 se propone realizar el control de los motores mediante una señal de modulación por ancho de pulsos, PWM (en inglés *Pulse Width Modulation*).



Para la práctica 9 se propone el control del robot con sensores fotoeléctricos infrarrojos para detectar obstáculos. Según la lectura de los sensores, actúa sobre la dirección del robot. Suponiendo que la lectura del sensor es la siguiente: 00: no hay detección, 01: obstáculo a la izquierda, 10: obstáculo a la derecha, 11: obstáculos en ambos sensores, se pretende implementar la máquina de estados descrita en la Figura 6, siendo A: movimiento de avance, D: giro a la derecha, I: giro a la izquierda, P: paro.

Figura 6. Máquina de estados para la detección de obstáculos.

Para la práctica 10 se propone la implementación del clásico siguelíneas. El objetivo es lograr que el robot móvil que siga el recorrido marcado por una línea negra. El robot detectará con los sensores de infrarrojos la presencia de la línea negra para poder rectificar su trayectoria y seguir el recorrido marcado por la misma. Con estas prácticas se afianzan los conceptos aprendidos en las UD 4 y UD 5.

RESULTADOS

Dado que el GIIR se introdujo en el curso académico 2022/2023 y “Sistemas de tiempo real” es una asignatura de segundo curso, 2023/2024 es el primer curso en el que se va a impartir la asignatura. Por tanto, aunque no se dispone todavía de ninguna métrica sobre el resultado de la propuesta, en esta sección se propone cómo se pretende evaluar el impacto de esta. Este se estimará mediante encuestas entre el alumnado, para medir cómo se adquirieron habilidades, conocimientos y competencias tras cursar esta asignatura.

Las encuestas propuestas evaluarán la asignatura en los siguientes términos: 1) Mejora de habilidades y conocimientos. 2) Adquisición de competencias. 3) Impacto del uso de una plataforma real. 4) Grado de satisfacción con la propuesta docente. Las respuestas se responderán con la valoración de 1 a 5, siendo 1 “muy en desacuerdo”, y 5 “muy de acuerdo”. Se basa en una escala Likert (Heiberger, 2014).

Para la evaluación de la mejora de habilidades y conocimientos, se plantearán cuestiones como: Conocía el concepto de “tiempo real”, conocía el lenguaje de programación Ada, había programado anteriormente un robot real con una plataforma de desarrollo similar a Cora, etc. La adquisición de competencias se evaluará a través de preguntas tales como: Las prácticas de la asignatura me han permitido conocer y aplicar las técnicas básicas de programación de tiempo real, las prácticas de la asignatura me han permitido analizar, evaluar y seleccionar las plataformas más adecuadas para el soporte de aplicaciones de tiempo real, etc. Cuestiones como: el acceso a la plataforma real me ha permitido comprender de mejor manera los conceptos impartidos en la asignatura o me ha resultado sencillo acceder a la

plataforma y comunicarme con ella, evaluarán la percepción de los estudiantes respecto al uso de una plataforma real. Por último, se evaluará el grado de satisfacción de la propuesta docente a través de cuestiones como: el ritmo, el orden y el contenido de las sesiones de prácticas me han permitido adquirir los conocimientos esperados.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado una propuesta docente con orientación práctica de la asignatura Sistemas de Tiempo Real para el GIIR. El enfoque pedagógico se concentra en la implementación práctica a través de una plataforma móvil integrada con arquitectura ARM. Las actividades prácticas se llevan a cabo utilizando el lenguaje de programación Ada y el perfil Ravenscar, específicamente diseñado para sistemas empujados críticos.

Para el desarrollo de esta propuesta, se han establecido las competencias a adquirir a través del análisis de competencias y conocimientos descritos en los planes de estudio de asignaturas similares. Con ello, se han seleccionado las actividades prácticas más convenientes para la adquisición de competencias. En el futuro se pretende evaluar el resultado de la propuesta a través de los resultados de las encuestas presentadas en este trabajo.

REFERENCIAS

Ada-Europe (2022) *Manual de referencia de Ada*. <http://www.ada-auth.org/standards/22rm/RM-Final.pdf>

AdaCore (marzo de 2001). *GNAT Studio. Manual de uso.* https://docs.adacore.com/live/wave/gps/html/gps_ug/index.html

Balbastre, P. (2023) *Guía docente de la asignatura Sistemas Informáticos de Tiempo Real*. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Universitat Politècnica de València. https://www.upv.es/titulaciones/GIEIA/menu_1014456c.html

Balbastre, P. y Crespo A. (2023) *Guía docente de la asignatura Diseño, validación y certificación de sistemas embarcados*. Grado en Aeroespacial. Universitat Politècnica de València. https://www.upv.es/titulaciones/GIA/menu_1014617c.html

Burns, A., Dobbing, B. y Vardanega, T. (junio 2017). *Guide for the use of the Ada Ravenscar Profile in high integrity systems*. University of York Technical Report YCS-2017-348.

Diligent INC. (21 de febrero de 2018) *Manual de referencia de la placa Cora Z7*. <https://diligent.com/reference/programmable-logic/cora-z7/reference-manual>

Heiberger, R. y Robbins N., (abril 2014) *Design of Diverging Stacked Bar Charts for Likert Scales and Other Applications*. Journal of Statistical Software, 57(5), 1–32. <https://doi.org/10.18637/jss.v057.i05>

EMID O02 Proceso de creación del videojuego Elemental Home para concienciar sobre los materiales en la vida diaria

Antonio Joaquín Franco-Mariscal^a, Francisco Daniel Carmona Acuña^b, María del Mar López-Fernández^c, y María José Cano-Iglesias^d

^aUniversidad de Málaga, anjoa@uma.es, ^bUniversidad de Málaga, fran_9824@uma.es, y ^cUniversidad de Málaga, mmarf@uma.es, y Universidad de Málaga, mjcano@uma.es.

Abstract

This work presents the creation process of the video game *Elemental Home*, designed to promote awareness about materials in our environment for a more sustainable world. The work focuses on both design, providing a detailed insight into the story, art, and mechanics of the game, and production, addressing the graphical interface or programming aspects such as scripts.

Keywords: Educational video games, daily life, materials, chemistry.

Resumen

Este trabajo presenta el proceso de creación del videojuego *Elemental Home*, diseñado para promover la conciencia sobre los materiales en nuestro entorno para un mundo más sostenible. El trabajo se centra tanto en el diseño, proporcionando una visión detallada de la historia, el arte y la mecánica del juego, como en la producción, abordando la interfaz gráfica o aspectos de la programación como los scripts.

Palabras clave: Videojuegos educativos, vida diaria, materiales, química.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El uso de videojuegos en educación ha ganado reconocimiento como una herramienta poderosa para el aprendizaje al ofrecer un entorno interactivo que puede captar el interés del alumnado y motivarlos a participar activamente (Brown, 2014; Morris et al., 2013). A través de la gamificación, el profesorado puede transformar conceptos abstractos en experiencias envolventes, facilitando la comprensión de conocimientos (Annetta, 2008). Además, los videojuegos promueven el pensamiento crítico (Franco-Mariscal, 2024), la resolución de problemas y la toma de decisiones. Como valor educativo, pueden ayudar a crear concienciación sobre temas relevantes (Kelly y Nardi, 2014), como el uso de los materiales, fundamental para el desarrollo sostenible y el bienestar de la sociedad.

Desde los recursos naturales hasta los materiales sintéticos, cada material desempeña un papel crucial en nuestra vida diaria. La gestión eficiente de materiales es esencial para minimizar el impacto ambiental y promover la conservación de recursos. La reducción, reutilización y reciclaje de materiales son clave para mitigar la contaminación, reducir la huella de carbono y preservar la biodiversidad. De ahí, la importancia del uso responsable de materiales para construir sociedades resilientes (McDonough y Braungart, 2022).

El objetivo de este trabajo es mostrar la creación del videojuego educativo *Elemental Home* que pretende concienciar sobre la importancia de los materiales para fabricar objetos cotidianos. Por ejemplo, el vidrio, elaborado a partir de sílice, se emplea en ventanas, y el aluminio en su estructura. El videojuego facilita esta asociación para conocer mejor los materiales relacionándolos con los elementos químicos que los componen. Concienciar sobre los materiales que empleamos puede influir en el desarrollo de una economía circular (Calvo et al., 2020).

METODOLOGÍA

El videojuego *Elemental Home*, disponible para Android, Windows y Linux, está dirigido a todos los públicos y solo permite un jugador. El motor del desarrollo del videojuego fue Unity que utiliza OpenGL para Windows, elegido por versatilidad. El entorno de desarrollo para la programación de sus componentes, funcionalidades y mecánicas incorporados al videojuego se realizaron con un lenguaje de programación C# y PHP para la conexión con una base de datos. Los personajes, escenarios y objetos fueron realizados por una diseñadora gráfica con el programa Sketchbook. El diagrama de flujo de la fig. 1 ilustra el proceso de creación.

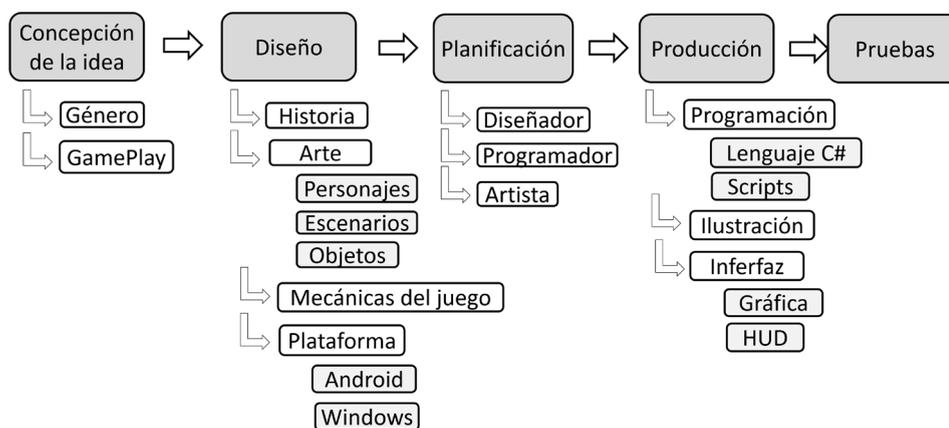


Fig. 1. Proceso de creación del videojuego *Elemental Home*.

Este trabajo se centra en los aspectos más relevantes del diseño y producción.

RESULTADOS

Diseño del videojuego

Desarrollo de la historia

La historia está ambientada en el mundo real, concretamente una casa.

El jugador debe atender la solicitud de un grupo de científicos que piden buscar en la casa varios objetos constituidos por ciertos elementos químicos necesarios para una investigación.

Arte

Incluye un personaje (chico o chica), el grupo de científicos que indica la misión y verifica si se ha superado, distintas habitaciones y 71 objetos donde se encuentran los elementos químicos a buscar.

Mecánica del videojuego

El Gameplay consiste en recoger objetos de la casa con los elementos químicos solicitados y asociarlos a una lista (fig. 2), no pudiendo asignar un objeto a más de un elemento químico. El número de elementos químicos a buscar depende del nivel. Una vez que el jugador asigna un objeto a todos los elementos se le permite verificar si ha superado el nivel.

Las acciones básicas que puede realizar el jugador son moverse, recoger objetos, usar pociones para obtener pistas y asignar objetos a distintos elementos. Las reacciones del sistema son el cambio de la cámara al moverse, al coger un objeto se abre la interfaz y puede asignarlo, al usar una pista aparecen los elementos que contiene el objeto, y al asignar un objeto el sistema guarda esa información para utilizarla en la comprobación.



Fig. 2. Lista de elementos químicos a buscar.

Escenas

Son SplashScreen, Intro, Menu y Casa. El escenario de la casa son las ocho habitaciones por donde se mueve el personaje y donde se encuentran los objetos a buscar.

Objetos y comportamiento

- **Objetos:** Elementos que aparecen al azar en las habitaciones y que contienen uno o dos elementos químicos. Algunos objetos de la habitación de la fig. 3 son globo, plátano o bombilla.
- **Pociones:** “Monedas” canjeables por pistas para conocer los elementos químicos presentes en un objeto. El jugador puede conseguir más pociones respondiendo correctamente a preguntas de opción múltiple.



Fig. 3. Objetos del videojuego.

Producción del videojuego

Interfaz gráfica

La interfaz gráfica y HUD del videojuego son simples (fig. 3) y muestra el número de pociones, botones para volver al menú de selección de niveles y consultar la lista de elementos, u otros botones para desplazarnos por las habitaciones.

Scripts

Son instrucciones escritas en un lenguaje de programación específico que controlan comportamiento e interactividad de los elementos del videojuego. Definen cómo se comportan los personajes, cómo reaccionan ante ciertas acciones del jugador, cómo aparecen los objetos o cómo se ejecutan las animaciones. *Elemental Home* incluye los scripts:

- **GameManager:** Controla la ejecución de los sistemas del juego como la elección de objetos a recoger, las habitaciones disponibles en cada nivel o la gestión de pociones respecto a su recolección y uso para pistas. También se encarga de la elección aleatoria de preguntas y respuestas para obtener nuevas pociones.
- **Player:** Controla el movimiento y comportamiento del personaje (fig. 4). Tiene métodos para su movimiento, tanto al recoger objetos como para cambiar de habitación. En ambos casos detecta la dirección y altura de la posición a donde debe desplazarse y reacciona rotando el

Sprite si es necesario y realizando una animación imitando un salto para alcanzar el objeto si está fuera de su alcance.



Fig. 4. Script Player produce el movimiento de salto del personaje.

- *DataManager*: Guarda y carga los datos del videojuego almacenados en el dispositivo que lo ejecuta.
- *GameData*: Almacena la información que guarda el juego entre partidas y no es enviada a la base de datos.
- *LocalizeDataBase*: Almacena textos en español e inglés.
- *TextDatabase*: Contiene la información de *LocalizeDataBase*, y la carga en tiempo real para su uso en la aplicación según el idioma seleccionado.
- *Location*: Controla las distintas habitaciones, posee la información de la posición inicial del jugador (Playpos en fig. 5) y de los espacios donde pueden aparecer los objetos (GameObject en fig. 5). El GameManager se encarga de llamar a sus métodos para que aparezcan correctamente.

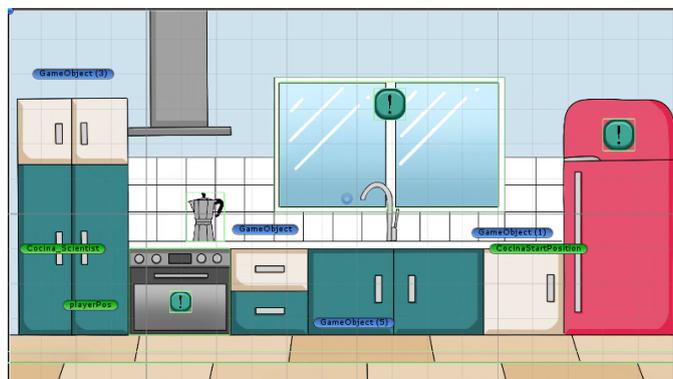


Fig. 5. Posiciones donde aparece el jugador (Playpos) y los objetos (GameObject).

- *Item*: Controla la funcionalidad de los objetos y su comportamiento cuando son clickados. Por ejemplo, el cambio de color para proporcionar feedback al jugador al responder una pregunta (verde correcto y rojo incorrecto) o las descripciones en distintos idiomas. Asimismo, envía al GameManager la información recogida.
- *MySceneManager*: Cambia las distintas escenas del juego.
- *MySQLAdmin*: Controla las llamadas a la base de datos que almacena la información del videojuego. Posee las direcciones del servidor donde se almacenan los archivos php encargados de las peticiones de consulta, inserción, modificación o eliminación de datos. En esta aplicación son necesarios estos métodos:
 - Grabar en la base de datos la información proporcionada por el jugador al registrarse.
 - Recoger la información del jugador al superar un nivel (tiempo empleado, pistas usadas,...).

- Obtener información de mejores tiempos de cada nivel para desarrollar un ranking que se muestra al acabar el nivel.
 - Obtener y modificar la información del último nivel superado por el jugador para que conserve su avance entre partidas.
 - Enviar a la base de datos y almacenar el formulario de conocimientos sobre materiales cumplimentado al iniciar y superar el juego.
 - Métodos para permitir el inicio de sesión de un jugador previamente registrado para continuar su partida y reconocer que se trata del mismo jugador.
- UIManager: Controla la interfaz. Incluye actualizaciones de la lista de elementos, control del panel de preguntas para conseguir pociones, aparición de pistas y botones de transición entre habitaciones.

CONCLUSIONES

El presente trabajo ha mostrado la creación del videojuego *Elemental Home*. Dar a conocer este proceso es valioso ya que permite comprender las complejidades del desarrollo de videojuegos con temáticas educativas. Al desglosar las diferentes etapas de su desarrollo y las herramientas utilizadas, se ofrece una visión de cómo transmitir conocimientos científicos, en este caso, relacionados con sostenibilidad y uso responsable de materiales. Además, puede inspirar a futuros docentes para crear videojuegos que promuevan aprendizajes.

En la actualidad, el videojuego se está implementando con estudiantes del Máster en Profesorado de la Universidad de Málaga. Creemos que puede ser especialmente útil para futuros profesores de la especialidad tecnológica y química, al vincular materiales a elementos químicos.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto TED2021-130102B-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR.

REFERENCIAS

- Annetta, L. A. (2008). Video games in education: Why they should be used and how they are being used. *Theory into Practice*, 47(3), 229-239. <https://www.ijstor.org/stable/i40003013>
- Brown, H. J. (2014). *Videogames and education*. Routledge.
- Calvo, M.E., López, M.P., Peset, M.J., y Roperó, E. (2020). Aprendizaje basado en juegos: incorporación de criterios sostenibles a través de la economía circular. *Tendencias Pedagógicas*, 36, 176–186. <https://doi.org/10.15366/tp2020.36.14>
- Franco-Mariscal, A.J. (2024). *Critical thinking in science education and teacher training*. Springer. (in press).
- Kelly, S., y Nardi, B. (2014). *Playing with sustainability: Using video games to simulate futures of scarcity*. First Monday.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2022). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North Point Press.
- Morris, B. J., Croker, S., Zimmerman, C., Gill, D., y Romig, C. (2013). Gaming science: the “Gamification” of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4, 607. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>

EMID O03 Evaluación de clases prácticas de control automático mediante vídeos para Youtube.

Primeros resultados

Antonio Correcher^a, Jaime Martínez^b, Carlos Blanes^c, Fernando Cordero^d, Eugenio Ivorra^e, y Carlos Ricolfe-Viala^f.

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática. Universitat Politècnica de València, ^a(ancorsal@upv.es), ^b(jaumartu@upv.es), ^c(cblanes@ai2.upv.es), ^d(fercorpa@isa.upv.es), ^e(euivmar@i3b.upv.es) y ^f(cricolfe@ai2.upv.es).

Abstract

This paper presents the preliminary results of the second year of an educational innovation project applied to practices in control subjects. The innovation consists of replacing traditional grading by means of tests with the generation of videos in which students explain the solution to a specific problem. The videos are shared on a social network, in this case Youtube. The aim of the project is to increase students' motivation for the assessment and improve their learning. Surveys indicate that students rate the initiative positively and the academic results indicate that learning is also improved.

Keywords: grading, content generation, motivation, video.

Resumen

En este artículo se presentan los resultados preliminares del segundo año de un proyecto de innovación educativa aplicado a clases prácticas de asignaturas de control automático. La innovación consiste en sustituir las evaluaciones tradicionales mediante test por la generación de vídeos por parte de los estudiantes en los que explican la solución a un problema concreto. Los vídeos se comparten en una red social, en este caso Youtube. El objetivo del proyecto es aumentar la motivación de los estudiantes por la evaluación y mejorar su aprendizaje. Las encuestas apuntan a que los estudiantes valoran de manera positiva la iniciativa y los resultados académicos a que se mejora, también, el aprendizaje.

Palabras clave: evaluación, generación de contenidos, motivación, vídeo.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Las metodologías de enseñanza, en la última década, han evolucionado de manera notable mediante la incorporación de nuevas tecnologías cuyo uso se democratiza en la sociedad. De ese modo, los estudiantes, acostumbrados en su día a día a obtener información por medios y plataformas audiovisuales, valoran muy positivamente la modernización de los sistemas de aprendizaje mediante la inclusión de dichas tecnologías. Por el contrario, el uso de técnicas tradicionales de aprendizaje y evaluación, basadas en escritura en papel, les resulta desmotivador. Los grados universitarios orientados a la ingeniería incluyen formación básica en los primeros cursos relacionada con la física, el álgebra, el cálculo y otras disciplinas que requieren del uso de herramientas matemáticas avanzadas. Los conceptos desarrollados en teoría se suelen mostrar desde un punto de vista práctico utilizando aplicaciones informáticas en el laboratorio que permiten, generalmente, la visualización amigable de los conceptos teóricos explicados en el aula. No obstante, el trabajo con estas aplicaciones implica un buen conocimiento de los conceptos teóricos (que están siendo asimilados por el estudiante) y la evaluación del conocimiento de estos conceptos mediante el uso de las herramientas prácticas, puede ser complicado y poco motivador para los estudiantes.

En este artículo se pone en práctica una metodología de evaluación de prácticas en la asignatura “Automática Básica” que se imparte con carácter troncal en el cuatrimestre B del segundo curso del Grado de Ingeniería Electrónica y Automática, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial (ETSIADI) de la Universitat Politècnica de València (UPV). La asignatura gestiona entre 170 y 175 estudiantes por curso, divididos en siete grupos de prácticas y tres de teoría.

La asignatura plantea a los estudiantes clases magistrales de teoría en las que se explican los conceptos teóricos de sistemas a nivel general y aplicados a sistemas concretos. A partir de los conceptos básicos, se persigue que el estudiante sea capaz de abstraer el concepto de sistema físico y comprender su representación en función de transferencia para aplicar técnicas básicas de control a cualquier proceso. Las actividades prácticas se realizan utilizando la aplicación Matlab® y requieren que los estudiantes hayan asimilado los conceptos teóricos para poder aprovechar la alta capacidad de computación y simulación de la aplicación. La evaluación de cada una de las prácticas consiste en la resolución de dos problemas numéricos con la aplicación que deben responder utilizando la plataforma de exámenes de la universidad.

Las entrevistas en clase con los estudiantes de los cursos 2021/2022 y 2022/2030 indicaban que la mayoría de los estudiantes consideraba que la evaluación de las prácticas en el formato comentado resultaba desmotivadora para aprender la asignatura. Por otro lado, resulta muy habitual que el profesor deba corregir la nota que sale de la evaluación planteada (más del 65% de las notas obtenidas en dichos cursos) para reflejar el nivel real de los estudiantes en la práctica. Las mismas entrevistas reflejaban que la mayoría del estudiantado consideraba complicado recordar el trabajo de las sesiones previas y, por lo tanto, la complejidad creciente de la asignatura resulta devastador en la percepción de la utilidad de las prácticas como herramienta de aprendizaje. De ese modo, parece que la exploración de nuevas fórmulas de evaluación más atractivas no solo resulta aconsejable, sino que es una exigencia.

Uno de los enfoques que se puede aplicar en este caso, debido a la edad de los estudiantes en estos cursos, es el uso de redes sociales con base audiovisual (Youtube, TikTok, etc.). Por su evidente atractivo para los estudiantes, hay experiencias previas a nivel nacional (Correcher, 2023) o internacional (Angrave, 2022). Estas herramientas han sido exploradas como vehículo para evaluar actividades desde hace años en los distintos niveles educativos (Manca, 2020), (González-Soler, 2022). En particular, a nivel universitario hay una tendencia en el desarrollo de experiencias con redes sociales en las aulas (Luo, 2020). Un tipo de contenido que resulta de especial interés para los estudiantes son los vídeos cortos (Aparicio et, 2022). Es un material muy atractivo tanto desde el punto de vista de su consumo como herramienta de aprendizaje como desde el punto de vista de la propia creación.

Con ese punto de partida, se comenzó un proyecto de innovación educativa sobre la asignatura descrita que consistía en la generación de vídeos cortos relacionados con las prácticas por parte de los estudiantes (curso 2022/2023). Estos vídeos se compartían en la red TikTok (Correcher, 2023) y parte de la evaluación se obtenía mediante el éxito de los vídeos. La iniciativa fue muy bien acogida y mejoró mucho la satisfacción con la evaluación, las calificaciones y el aprendizaje de los estudiantes. No obstante, la metodología planteada presentó ciertos inconvenientes. En primer lugar, la creación de los vídeos resultaba demasiado costosa en tiempo. Se requería que los estudiantes generaran tres vídeos por sesión, lo que implicaba mucho tiempo de edición. En segundo lugar, la corrección de tantos vídeos se demoraba en el tiempo, haciendo que la realimentación a los estudiantes fuera tardía. Por último, la red social no permite la estructuración de contenidos, lo que hacía que los vídeos no pudieran ser consultados de manera fácil por el resto de los estudiantes para poder mejorar sus conocimientos. Así pues, con el objetivo de solucionar todos estos problemas y seguir mejorando la motivación de los estudiantes acerca de la evaluación se presentó una renovación del proyecto en el curso 2023/2024.

Así pues, el objetivo general del proyecto de innovación educativa que se presenta en este artículo es el incremento de la motivación por las evaluaciones en las actividades prácticas

que impliquen una mejora en el aprendizaje de los conceptos y técnicas que se enseñan. De ese modo, partiendo de la experiencia del curso anterior, se pretende mejorar la metodología de evaluación mejorando los aspectos que no fueron satisfactorios en el curso anterior. La metodología, en todo caso, debe basarse en la generación de recursos audiovisuales relacionados con las prácticas que puedan compartirse mediante alguna red social. Si se consigue alcanzar el objetivo, no sólo se incrementará la motivación, calificaciones y aprendizaje de los estudiantes, sino que se generará una batería de vídeos que podrán ser empleados por los compañeros y compañeras de curso como recurso educativo.

El proyecto de innovación se va a aplicar sobre dos de los siete grupos de prácticas de la asignatura, de ese modo se podrá comparar los resultados obtenidos por los estudiantes con distintas metodologías de evaluación.

METODOLOGÍA

Análisis de debilidades del proyecto anterior

En la metodología planteada para el curso 2022/2023 (Correcher, 2023), se detectaron carencias en las diferentes dimensiones de la experiencia que se han tratado de solucionar a nivel metodológico. En primer lugar, la red social elegida (TikTok) no resultó ser tan adecuada como se planteaba por distintas cuestiones: tipología de contenidos, estructuración de los vídeos y algoritmo de difusión de la plataforma. Por otro lado, el tiempo empleado en la generación y corrección de los vídeos resulta excesivo. Éste hecho hizo que los estudiantes perdieran interés en el proyecto a medida que avanzaba la complejidad de la materia.

Elección de la red social

Teniendo en cuenta las debilidades mostradas en la aplicación del proyecto en TikTok, se va a buscar una plataforma de difusión que permita estructurar los contenidos y sea fácilmente accesible por los estudiantes. En esa línea hay dos alternativas que se pueden valorar. La plataforma corporativa de la UPV es Polimedia (<https://media.upv.es/#/portal>), se trata de un portal online que permite el almacenamiento de vídeos manteniendo la propiedad intelectual dentro de la universidad. Los vídeos pueden estructurarse en colecciones (canales) para su organización. Permite cierta interacción con el contenido, aunque limitada (evaluación, pero no comentarios). La otra opción, más evidente, es Youtube. Se trata de un medio muy empleado por los estudiantes en el que se comparten contenidos cualquier género y materia. Presenta la importante ventaja de que hay muchos recursos educativos que ya emplean los estudiantes. También permite la estructuración de contenidos (listas) y la interacción con los vídeos es muy interesante para los usuarios (comentarios y evaluación).

De ese modo, parece que Youtube es la mejor opción, por eso se ha creado una cuenta en esa red (@aub_disa, Fig.1) a la que se puede acceder desde la siguiente dirección web: https://www.youtube.com/channel/UCQd22gLYXVz_yeOaArip60Q

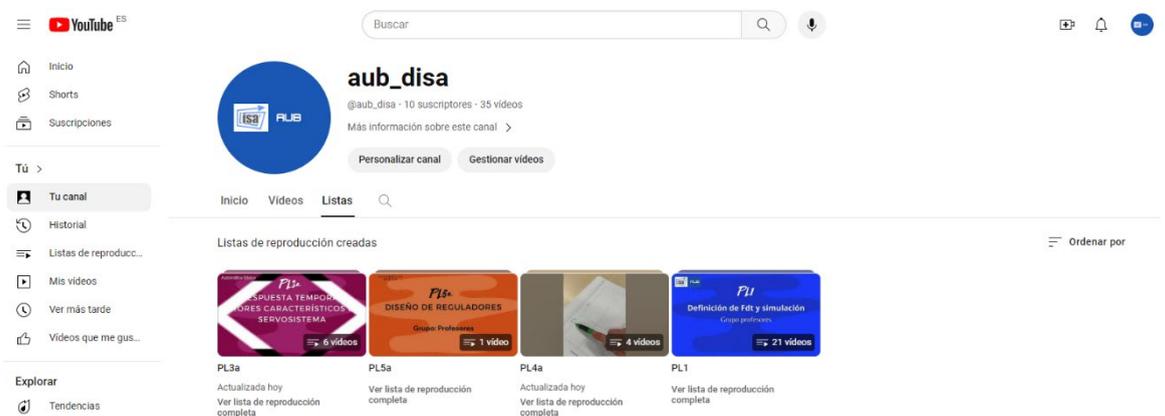


Fig. 1. Canal de Youtube generado para el proyecto.

Metodología de evaluación

Se han elegido cuatro de las trece de las actividades prácticas para aplicar la nueva metodología de evaluación y se han mantenido el resto con la evaluación tradicional. De ese modo se puede evaluar mediante encuestas y resultados la efectividad de nueva metodología por comparación con la tradicional. En cada sesión con la nueva metodología, se propone un problema que debe ser resuelto por los estudiantes en parejas. La resolución del problema debe ser narrada por los estudiantes con una estructura guiada. Así pues, se puede valorar el proceso completo de resolución del problema y no sólo el resultado final. Para tratar de mejorar los resultados del proyecto en el curso anterior, se proponen algunas mejoras:

- Número de vídeos: en el curso anterior se proponían dos vídeos cortos y uno más largo con la solución del problema. En este curso sólo se propone un vídeo que describa el problema.
- Rubrica de evaluación: se propone una rúbrica detallada de evaluación que explica los puntos importantes que debe incluir el vídeo y su puntuación. De ese modo, el tiempo de evaluación de cada video se reduce al corregirse de manera más rápida.
- Videos demostrativos: Para cada práctica se han elaborado vídeos de ejemplo con distintas complejidades de edición para que los estudiantes entiendan qué opciones tienen de edición y el tiempo que deban dedicar no supere al de sus destrezas.

Por otra parte, se ha recogido información de los estudiantes en forma de encuesta para poder valorar su percepción acerca de la metodología, así como para conocer los tiempos dedicados a la generación de los vídeos.

Operativa y publicación de los vídeos

Tras la realización de cada práctica, los estudiantes disponen de tres días para presentar sus vídeos. Se evalúan con la rúbrica y se suben al canal de Youtube aquellos vídeos que se no contienen errores conceptuales y tienen una buena evaluación por parte del profesorado. Estos vídeos optan a tener un punto más en la nota si consiguen alcanzar el suficiente número de “me gusta”.

RESULTADOS

En este artículo presentamos los resultados de la primera experiencia con la evaluación en vídeos de Youtube, así como la comparativa, en términos de tiempo de dedicación de los estudiantes al desarrollo de los vídeos con los resultados del proyecto anterior en el que trabajaron los vídeos en TikTok. Los datos que se presentan corresponden con los estudiantes que han contestado a las encuestas en los dos grupos de prácticas que se han incluido en estudio, 31 personas en total.

En términos de resultados, la nota media de la primera práctica para los estudiantes que han sido evaluados por vídeos es de 7.6, ligeramente superior a la nota de los estudiantes que han sido evaluados con la metodología tradicional (7.3). La primera sesión práctica es introductoria y resulta sencilla para los estudiantes, no obstante, según va creciendo la complejidad de las actividades, la mejora en la nota media resulta más evidente. Así pues, en la siguiente práctica evaluada por vídeos la nota media alcanzada es de 7.35, mientras que en los grupos con evaluación tradicional promedia casi un punto menos (6.4). Esta mejora en las calificaciones debería reflejar un incremento en el aprendizaje de los estudiantes, este hecho no se ha podido comprobar todavía al estar la asignatura en curso.

Por otra parte, se ha realizado una encuesta al estudiantado para comprobar el nivel de satisfacción con la metodología de aprendizaje, así como para medir el tiempo dedicado a la generación de los vídeos. En este curso, el tiempo medio para preparar los vídeos ha sido de 63 minutos (con una mediana de 60 minutos). Este resultado implica una disminución sustancial con respecto al curso anterior, en el que el tiempo medio reportado fue de 120 minutos. Si bien hay grupos con alta dedicación (120 minutos), se espera que la curva de

aprendizaje de los estudiantes los lleve a disminuir este tiempo.

Las demás preguntas están orientadas a conocer la percepción del estudiantado acerca del proyecto de innovación en una escala de 1 al 4, siendo 1 el valor de totalmente en desacuerdo y 4, totalmente de acuerdo. En la Tabla 1 se muestran los resultados, las medianas y la desviación estándar.

El 40% de los estudiantes está “totalmente de acuerdo” con que el tiempo dedicado a la generación de vídeos es adecuado, su sumamos los que están “más bien de acuerdo” el porcentaje sube hasta el 90%. En cuanto a la percepción de justicia con la nota obtenida, la evaluación tradicional el 60% está “totalmente en desacuerdo” o “en desacuerdo” con su nota, mediante la aplicación de la evaluación por vídeos, estos porcentajes se quedan en un 3% y 6%. Atendiendo a la motivación, los estudiantes están “totalmente de acuerdo” (en un 57%) con que la nueva evaluación resulta motivadora. En contraposición, un 0% considera motivadora la evaluación tradicional y un 48% la opina totalmente lo contrario.

Tabla 1. Resultados de las preguntas de la encuesta al estudiantado.

Pregunta	Mediana	Desviación estándar
El tiempo dedicado a la generación de videos es adecuado y no supone una gran carga de trabajo adicional	3	0,65
La nota recibida en la última actividad evaluada por vídeos ha sido adecuada a los conocimientos adquiridos	3	0,65
La actividad de generación de videos resulta motivadora para el estudio de la asignatura	4	0,68
El tiempo dedicado a la evaluación tradicional es adecuado y no supone una gran carga de trabajo adicional	2,5	0,83
La nota recibida en la última evaluada de manera tradicional ha sido adecuada a los conocimientos adquiridos	2	0,96
La evaluación tradicional resulta motivadora para el estudio de la asignatura	2	0,98

CONCLUSIONES

En este artículo se presentan los avances del segundo curso de aplicación de un proyecto de innovación educativa aplicado sobre prácticas de asignaturas de control automático. Se detectó una disfunción en el proceso de evaluación de dichas prácticas que, si bien resulta rápido y cómodo para los docentes, implicaba una diferencia entre el nivel que indicaban las calificaciones y el que había alcanzado el estudiantado. Esto llevaba a una bajada de motivación de los estudiantes y a la necesidad de corregir las calificaciones, elevando la dedicación de los docentes. En el proyecto se desarrolla una nueva metodología de evaluación en la que los estudiantes crean un vídeo explicando la solución de un problema concreto que se ha trabajado en la sesión de prácticas, de ese modo pueden demostrar sus conocimientos mediante herramientas atractivas para ellos. Esos vídeos se comparten en una red social. En el primer año del proyecto se compartían en TikTok y, en este segundo año, en Youtube.

La metodología se está ensayando sobre asignatura troncal en segundo curso con 175 estudiantes, de ese modo, se podría aplicar al resto de asignaturas del área que se imparten en cursos similares de otras titulaciones. En cursos de mayor nivel la aplicabilidad de la metodología será mucho mayor al tener un tamaño de grupo más manejable. Se espera que al terminar el proyecto de innovación y extraer las conclusiones se extienda el proyecto a otras asignaturas de los profesores firmantes de este artículo.

La metodología se ha evolucionado para conseguir que los estudiantes empleen un tiempo adecuado a la evaluación, lo cual acaba evitando la desmotivación por la iniciativa. Por otra parte, los resultados de las encuestas de opinión de los estudiantes apuntan a que la

metodología es ampliamente aceptada y muy bien valorada por los estudiantes en contraposición a la evaluación tradicional, que tiene mal valoración. Por último, los resultados académicos apuntan a una mejora del aprendizaje al emplear esta metodología de evaluación, si bien, al final de la asignatura se podrá comprobar si este extremo se cumple y hasta qué punto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer el soporte de la Universitat Politècnica de València que ha financiado la publicación de este artículo mediante el programa: Convocatoria de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa. PIME Emergentes.

REFERENCIAS

Angrave, L., Li, J., & Zhong, N. (2022, August). Creating TikToks, Memes, Accessible Content, and Books from Engineering Videos? First Solve the Scene Detection Problem. In 2022 ASEE Annual Conference & Exposition. Minneapolis, MN. 10.18260/1-2--41185

Aparicio, I., Priego Quesada, J.I., Pérez Soriano, P., Martínez, E., Pellicer Chenoll, M-T., Sanchís Sanchís, R., Tortosa Aparicio, M., Carrión González, C. y Catalá Vilaplana, I. (2022). Puntos clave del tema en minivideos educativos. En libro de actas: VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. Valencia, 6 - 8 de julio de 2022. <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15809>

Correcher, A., Blanes, C., Cordero, F., Ivorra, E., Martínez, J. y Ricolfe, C. 2023. Generación de videos para TikTok como herramienta de evaluación de prácticas de automática. En libro de actas: IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16546>

González-Soler, E.M., Blasco-Serra, A., Higuera-Villar, C., Blasco-Ausina, M.C., Alfosea-Cuadrado, G.M. y Valverde-Navarro, A.A. (2022). Microvídeos en redes sociales como complemento del aprendizaje de la Anatomía Humana. En libro de actas: VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. Valencia, 6 - 8 de julio de 2022. <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15899>

Luo, T., Freeman, C. & Stefaniak, J. (2020). "Like, comment, and share"—professional development through social media in higher education: A systematic review. *Education Tech Research Dev.* 68, 1659–1683. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09790-5>

Stefania Manca. (2020). Snapping, pinning, liking or texting: Investigating social media in higher education beyond Facebook. *The Internet and Higher Education.* 44. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2019.100707>.

EMID O04 La tutoría para el desarrollo personal y profesional del alumnado de ingeniería

Nekane Errasti Lozares^a, Maialen Aginagalde Unanue^b, Urtzi Markiegi Gonzalez^c

a(Mondragon Unibertsitatea, EPS, Loramendi 4, 20500-Mondragon, nerrasti@mondragon.edu)

b(Mondragon Unibertsitatea, EPS, Loramendi 4, 20500-Mondragon, maginagalde@mondragon.edu)

c(Mondragon Unibertsitatea, EPS, Loramendi 4, 20500-Mondragon, umarkiegi@mondragon.edu)

Abstract

The Polytechnic School of MU in line with its commitment to student-centred training and personalisation, throughout the academic year 2022-2023 launched a tutoring programme, within the framework of the HAZTEN programme. Although it was a pilot programme during this academic year, the EPS already had a track record in the implementation of student monitoring and feedback initiatives, but in this case, it was decided to design a more global programme that would contribute to the personal and professional growth of the students. Based on 3 key elements, the graduation profile, the individual and group tutoring sessions, and the student in the centre, the keys to this programme are presented below, as well as a preliminary assessment of the results so far, based on the tutor's and students' perceptions regarding the activities that make up the programme.

Keywords: tutoring program, graduate profile, role of the tutor, personal development, professional development.

Resumen

La Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea en línea con su apuesta por la formación centrada en el alumnado y la personalización, a lo largo del curso 2022-2023 puso en marcha un programa de tutorías. Aun siendo un programa piloto durante este curso, la Escuela Politécnica Superior ya traía un recorrido en la puesta en marcha de iniciativas de seguimiento y retroinformación del alumnado, pero en este caso, se determina diseñar un programa más global y que contribuya al crecimiento tanto personal como profesional del alumnado. Soportado en tres elementos clave, el perfil de egreso, las sesiones de tutoría individual y grupal, y el enfoque centrado en el estudiante, en este trabajo se presentan las claves de dicho programa, así como una valoración preliminar de los resultados hasta el momento, basados en las percepciones de las actividades que componen el programa.

Palabras clave: programa de tutoría, perfil de egreso, rol del tutor, desarrollo personal, desarrollo profesional.

INTRODUCCIÓN

Sin lugar a dudas, las tutorías son fundamentales para el éxito académico, emocional y profesional de los estudiantes universitarios al proporcionarles un apoyo integral y personalizado que enriquece su experiencia educativa en el aula.

Por consiguiente, numerosas instituciones universitarias han implementado diversas modalidades de tutorías (Andersen, 2020; Amor, 2012; Gail, 2017), entre las cuales destacamos las siguientes:

- Programas de tutorías académicas: Estudiantes más avanzados, conocidos como tutores, brindan apoyo y orientación a estudiantes de cursos inferiores principalmente centrado los contenidos académicos del curso para la comprensión de conceptos o la preparación de exámenes, por ejemplo.
- Programas de mentoría: Se emparejan a estudiantes con profesionales o alumni que pueden proporcionar orientación profesional y consejos sobre el mundo laboral.
- Programas de tutorización para estudiantes internacionales: El objetivo es ayudar a estudiantes extranjeros a adaptarse a su nuevo entorno académico, social y cultural, así como a facilitar su éxito académico y personal durante su estancia en el país anfitrión.
- Programas de tutorización personalizada: Son programas para estudiantes con necesidades específicas, como aquellos con diversidad funcional o dificultades de aprendizaje. Mediante los cuales se brinda apoyo individualizado y adaptado a las necesidades del estudiante.

Aunque no todos los estudiantes universitarios pueden sentir una necesidad inmediata de tutorización, muchos pueden beneficiarse enormemente de estos programas en términos de apoyo académico, orientación personalizada, superación de obstáculos y desarrollo de habilidades tales como gestión del tiempo, estrategias de aprendizaje, la comunicación efectiva, el trabajo en equipo y el liderazgo, que son fundamentales para el éxito en la vida profesional.

En este contexto y ante la necesidad general percibida por parte del alumnado, desde el curso 2022-2023, la Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea cuenta con un programa de tutoría, cuyo objetivo es brindar acompañamiento a los alumnos y alumnas universitarias en la orientación y desarrollo del perfil de egreso para (Andersen, 2020; Amor, 2021; Gray, 2018) (i) Facilitar la integración en la universidad, (ii) Tomar conciencia del proceso de aprendizaje, (iii) El desarrollo de los resultados de aprendizaje y (iv) Tener una perspectiva global del Grado.

Así, el perfil de egreso definido para los y las estudiantes de la facultad de ingeniería, y donde el programa de tutoría se sustenta, busca el desarrollo de las siguientes seis características:

- Técnicamente competente; ser competente técnicamente, a la vanguardia del conocimiento del grado, para aplicarlo en distintos contextos y afrontar los problemas de la vida real.
- Multilingüe en los idiomas oficiales del plan de estudios (euskara, castellano, inglés).
- Que lleva a cabo análisis críticos y procesos de decisión eficientes. Tiene capacidad para comprender y evaluar las ideas y argumentos de otras personas, así como las propias de forma activa y sistemática.
- Con autonomía en su proceso de aprendizaje futuro; para aplicar en el futuro lo aprendido activamente en el grado y para seguir aprendiendo en el mundo laboral.
- Que comunica de manera clara y coherente, tanto de forma escrita como oral.
- Persona cooperativa: trabajadora y comprometida; con actitud cooperativa, paritaria, participativa y responsable con el medio ambiente y la sociedad en el desarrollo de su actividad.

OBJETIVOS

En este artículo, en una primera parte, se describe el modelo sistemático del programa de tutoría de los Grados de ingeniería de la Escuela Politécnica Superior de Mondragon

Unibertsitatea. En segundo lugar, se muestran los resultados de la implementación del programa en el primer curso de los diferentes grados de ingeniería durante el curso 2022-2023. Finalmente, en base a los resultados obtenidos se plantean las líneas futuras para continuar con la implementación del programa de tutoría.

Las preguntas de investigación que han dirigido este trabajo son las siguientes:

- 1º Pregunta: ¿El programa de tutoría es bien percibido por parte de los estudiantes?
- 2º Pregunta: ¿El programa de tutoría es bien percibido por parte de los y las tutoras?

PROGRAMA DE TUTORIA DE MONDRAGON UNIBERTSITATEA

El programa de tutoría no es una actividad opcional, puesto que es un mecanismo que busca el desarrollo del perfil de egreso, y este es el objetivo último de los grados de la facultad de Ingeniería, aunque el propósito será diferente dependiendo del curso académico:

- En el primer ciclo (1º y 2º curso), la integración universitaria y el desarrollo personal del alumnado serán el foco.
- En el segundo ciclo (3º y 4º curso), el objetivo será el desarrollo profesional.

En el marco del programa, se han definido diferentes roles para los y las tutoras, así como diferentes actividades a desarrollar (ver Figura 1).

Por un lado, las tutorías individuales (TI); el tutor o tutora acompaña al estudiante en la reflexión sobre el perfil de egreso, la brecha existente en cada caso, así como la definición de un plan de acción para su consecución. El estudiante registra en su diario las reflexiones realizadas. Además, dependiendo del curso académico, el tutor o tutora individual tendrá funciones y roles específicos:

- 1º curso, Tutor de acogida: ayudar a situar al alumnado en el grado y construir un entorno de confianza, y, a la vez, hacerle consciente de su proceso de aprendizaje.
- 2º, 3º y 4º curso, Tutor de desarrollo: ayudar a que el alumnado se apropie de su propio proceso de aprendizaje y a su vez, del desarrollo del perfil del egreso (desarrollo profesional más allá del académico) haciéndole consciente del proceso y su evolución.

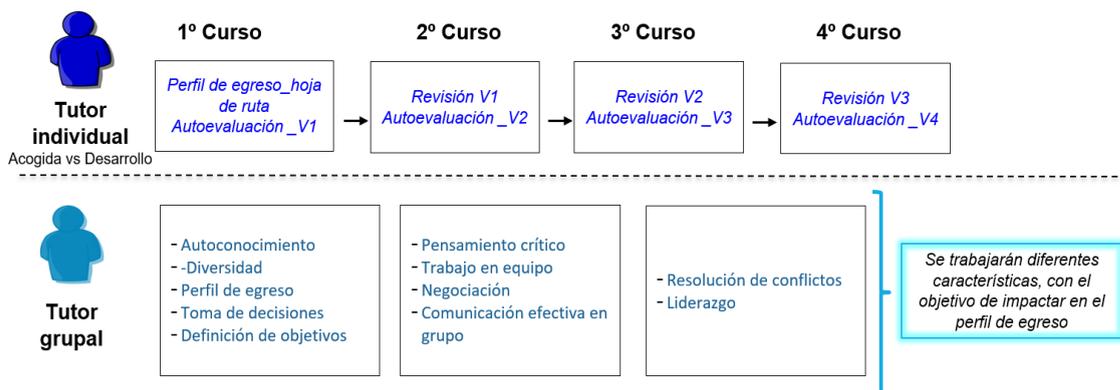


Fig. 1. Diferentes roles de tutores en el programa de tutorización de Mondragon Unibertsitatea

Por otro lado, se encuentran las tutorías grupales (TG). Éstas son guiadas por los tutores grupales y consisten en el desarrollo de dinámicas específicas para trabajar y provocar la reflexión acerca de las características concretas definidas en el perfil de egreso. Cada curso se han definido las características a trabajar, así como las dinámicas más apropiadas para ello.

Las diferentes sesiones de tutoría, tanto individuales como grupales, se distribuyen durante

los 4 años del grado. Las tutorías individuales se intensifican en el primer curso con hasta 5 sesiones de tutoría individual por estudiante, pasando a 3 en los cursos siguientes. En el caso de las sesiones de tutoría grupales, el número se mantiene constante, llevando a cabo 4 sesiones grupales por curso académico y en cada una de ellas el objetivo es trabajar, a través de dinámicas grupales, las características predefinidas (mostradas en la Figura 1).

Experiencia piloto del programa de tutoría

Durante el curso 2022-2023, se llevó a cabo la implementación del programa piloto. En esta ocasión participaron 665 estudiantes de primer curso de los 10 grados de ingeniería de la facultad. Ello supuso contar con más de 80 tutores individuales y 16 tutores grupales.

Fueron necesarias sesiones de formación y preparación para los y las tutoras, que se ejecutaron con anterioridad a cada una de las sesiones de tutoría programadas. Ello con el objetivo de garantizar la implementación homogénea del programa piloto, y poder así hacer una evaluación fiable de su implementación.

EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE TUTORÍA

A la finalización del curso académico, y por lo tanto de la implementación del programa de tutoría en primer curso, se procedió a la recogida de datos, tanto cuantitativos como cualitativos, por parte de los participantes en el programa; estudiantes y tutores. El objetivo no era otro que evaluar el programa en su implementación piloto e identificar los aspectos a considerar para mejorar en la implementación en próximos cursos.

Para ello, se preparó un cuestionario en base a la escala likert con la que se midió el nivel de satisfacción de los y las estudiantes respecto a las tutorías individuales y las grupales, así como el nivel de efectividad percibido.

En el caso de los y las tutoras participantes se optó aplicar la técnica de grupo focal. Se utilizó el mismo cuestionario empleado con el alumnado a modo de guion y se añadieron preguntas respecto a las sesiones informativas ejecutadas previamente a la sesión de tutoría, el material disponible, así como su preparación como tutores.

Ambas mediciones se llevaron a cabo a lo largo del mes de junio de 2023; en el caso de los y las estudiantes el cuestionario se integró en la aplicación de encuestas que semestralmente se utiliza para medir la satisfacción del colectivo estudiantil respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje. En el caso de los y las tutoras, se optó por desligar la medición de las encuestas de satisfacción de la actividad docente y tal y como se ha mencionado, utilizar otros mecanismos de evaluación.

Resultados entre el alumnado

Se obtuvieron un total de 435 respuestas, lo que supone una tasa de respuesta del 65,41%. La valoración media global del programa obtuvo un 3,5. Esta puntuación subió a 3,8 en el caso de la tutoría individual y bajó a 3,3 para las sesiones de tutoría grupales (Ver figura 2).

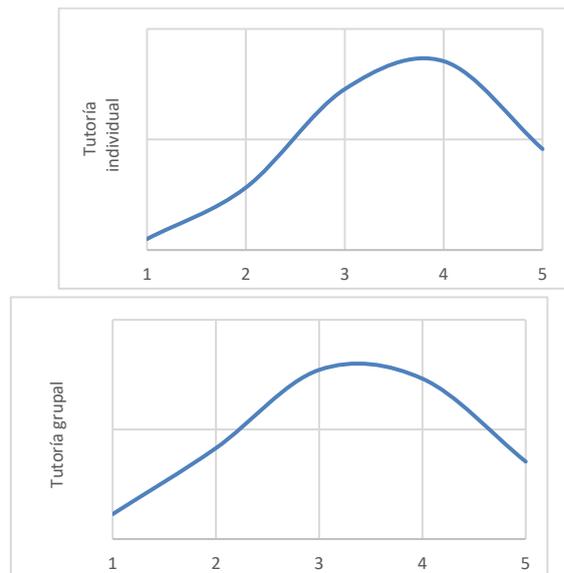


Fig. 2. Valoración de las sesiones de Tutoría individual y grupal

Los aspectos mejor valorados fueron la accesibilidad y la cercanía del tutor o tutora, con una puntuación media de 4 (ver Figura 3).

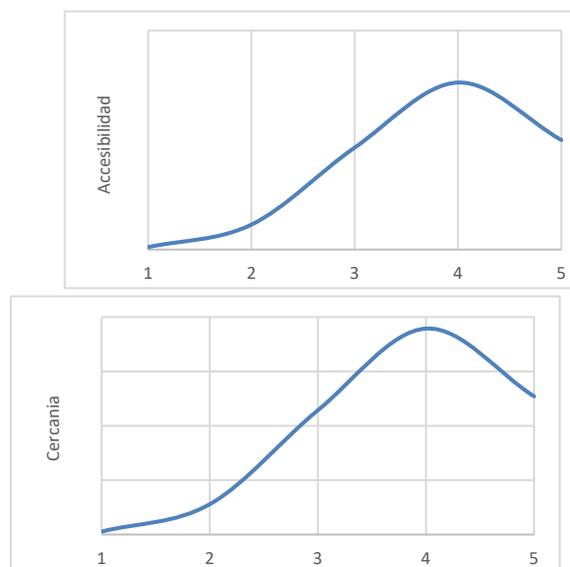


Fig. 3. Valoración de la accesibilidad y cercanía de los y las tutoras

El aspecto con menor puntuación fue la carga de trabajo que supuso a los y las estudiantes con un valor medio de 3,15 puntos. En este caso, esta puntuación se valoró positivamente, puesto que la carga de trabajo añadida era un hándicap que se quería minimizar. Finalmente, se preguntó acerca de la utilidad del programa, en el sentido de si el programa les había sido de ayuda. La respuesta fue positiva, con una valoración media de 3,4 (ver Figura 4).

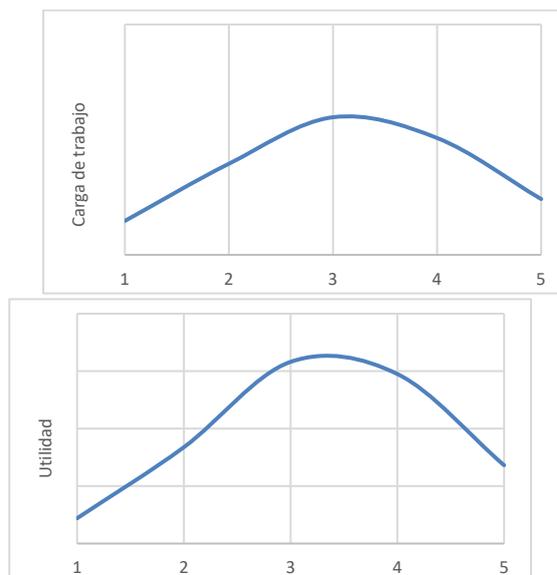


Fig. 4. Valoración de la carga de trabajo y la utilidad percibida por el alumnado

Resultados entre los y las tutoras

Tal y como se ha mencionado, se organizaron diversas sesiones de grupos focales con el objetivo de contar una participación significativa. Se convocó a 70 personas, de las cuales participaron un total de 48 tutores y tutoras, lo que supone un 68.5%.

En este caso también la valoración global del programa fue positiva. A pesar de ello, se obtuvieron numerosas aportaciones a modo de oportunidades de mejora que el equipo tractor del programa valoró para su incorporación en la implantación del curso 2023-2024.

En la tabla 1 se presentan las aportaciones más significativas recogidas en las sesiones de feedback.

Tabla 1. Aportaciones del grupo de tutores al programa.

Replanificar la calendarización de las sesiones	Mejorar la formación del Rol del tutor así como sus herramientas	La necesidad de revisar la sesión de diversidad
Flexibilizar la obligatoriedad del programa	Concretar el objetivo, el foco del programa	La necesidad de revisar la sesión de autoconocimiento.
Reducir la complejidad de la autoevaluación del perfil de egreso	Mejorar coordinación con el equipo de profesores del semestre	Gestionar las expectativas de los tutores y tutoras
Simplificar el formulario de información del estudiante	Aclarar que el tutor no es profesor particular del estudiante	Repensar el diario del estudiante.

CONCLUSIONES

A falta de una implantación completa del programa, los resultados obtenidos en el primer año de implantación son positivos, tanto la iniciativa de las tutorías individuales como las grupales se han valorados positivamente por parte del alumnado, sin que ellas supongan un incremento de la carga de trabajo, las sesiones han servido de ayuda al alumnado. Desde

el punto de vista del colectivo de tutores y tutoras, aunque con una mirada más crítica, la percepción de utilidad está, lo que ratifica el objetivo del programa. No obstante, las oportunidades de mejora identificadas son significativas y las acciones priorizadas han sido incorporadas en la revisión del programa para el curso 2023-24, quedando otras acciones para cursos sucesivos.

Esta iniciativa ratifica la importancia de las tutorías, en cualquiera de sus modalidades como apoyo al proceso de aprendizaje y desarrollo personal como profesional del alumnado.

REFERENCIAS

Andersen, C.L. & West, R.E. (2020) Improving Mentoring in Higher Education in Undergraduate Education and Exploring Implications for Online Learning. RED. Revista de Educación a Distancia. Núm. 64, Vol. 20. Artíc. 2. <http://dx.doi.org/10.6018/red.408671>

Amor, M.I. (2021) La orientación universitaria. Aproximación histórica y conceptual para un modelo de acción tutorial en la Educación Superior. Octaedro.

Gail, L., Crisp, G., Dolan, E.L. & Wuetherick, B. (2017). Mentoring in Higher Education. En The SAGE Handbook of Mentoring (pp.316-334). SAGE Publishing

Grey, D. & Osbrone, C. (2018). Perceptions and Principles of Personal Tutoring. Journal of Further and Higher Education 44(2):1-15. <https://orcid.org/0000-0002-0961-9307>

EMID O05 Aplicación de metodologías centradas en el alumno para la mejora del aprendizaje de “Sistemas Mecánicos”

Iván Alonso de Miguel ^a, Vicente J. Canals Guinand ^b, Pere F. Rullan Juan ^c, Yamile Díaz Torres ^d, Andreu A. Mojà Pol ^e, Víctor Martínez Moll ^f

^{a, b, c, d, e, f} Departamento de Ingeniería y Construcción, Edificio Mateu Orfila, Universidad de las Islas Baleares, Carretera de Valldemossa km 7.5, 07122 Palma (España)

^aivan.alonso@uib.es, ^bv.canals@uib.es, ^cpere.rullan@uib.eu, ^dyamile.diaz@uib.cat, ^eandreu.moya@uib.es, ^fvictor.martinez@uib.es.

Abstract

The results obtained after implementing an educational innovation project at the University of the Balearic Islands are presented. The project employs active and collaborative learning methodologies. To assess the project's execution, a survey has been designed to measure students' satisfaction with the new methodology. In addition, a statistical analysis of students' grades has been conducted. The results have proved successful for repeating students, while new enrollees performance has lowered, which might be attributed to the strategies taken during the SARS-CoV-2 expansion period in high schools.

Keywords: mechanics, collaborative learning, flipped classroom, active methodologies.

Resumen

Se presentan los resultados obtenidos en un proyecto de innovación docente desarrollado en la EPS en la Universidad de las Islas Baleares, aplicando una metodología que garantiza el aprendizaje activo y colaborativo. Para evaluar la ejecución del proyecto, se ha diseñado una encuesta que mide el grado de satisfacción de los alumnos con la nueva metodología, y se ha hecho un tratamiento estadístico de las calificaciones de los alumnos. Se muestra una mejoría para los alumnos repetidores, pero no así para los alumnos de nueva matrícula, lo cual se podría deber a las medidas adoptadas durante el periodo de expansión del SARS-CoV-2.

Palabras clave: mecánica, aprendizaje colaborativo, clase invertida, metodologías activas.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (GEEI) que se oferta en la Universidad de las Islas Baleares (UIB), la asignatura “22409 – Sistemas Mecánicos”, de segundo año y primer semestre y 6 ECTS trata de afrontar la consecución de la competencia “conocimientos de los principios de teoría de máquinas y mecanismos” del módulo de formación básica según la Orden Ministerial CIN/351/2009. En dicha asignatura se exponen secuencialmente los fundamentos de la estática y la cinética del sólido rígido, y se aplican dichos fundamentos al análisis práctico de sistemas mecánicos que incluyen accionamientos basados en transmisiones y actuadores (Alonso Miguel et al., 2023). En concreto, se estructura en cuatro bloques temáticos y 10 temas o unidades didácticas, incluyendo:

- Tema 1: Estática de partículas. Operaciones vectoriales básicas.
- Tema 3: Fuerzas distribuidas: centroides, centros de gravedad.
- Tema 7: Momentos de inercia de masas.

Por lo dicho es obvia la dificultad de los estudiantes para interiorizar los conceptos teóricos expuestos en una asignatura de este tipo, siguiendo la metodología tradicional. Esto justifica que se haya implementado un proyecto de innovación docente en el que se han desplegado metodologías activas, en las que el alumno juega un papel central en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Contreras Domingo, 1994), en consonancia con la filosofía del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Entre las aspiraciones de dicho proyecto se incluyen: i) mejorar la motivación del alumnado; ii) dedicar más tiempo para tratar los temas de mayor complejidad.

Los objetivos del presente trabajo consisten en explicar la metodología empleada y los resultados obtenidos en el marco del mencionado proyecto.

METODOLOGÍA

Ya que la asignatura de primer curso del GEEI “22401 – Física General” trata de manera introductoria y generalista contenidos similares a los encontrados en los temas 1, 3 y 7 de la asignatura “22409 – Sistemas Mecánicos”, listados en la sección anterior, en el contexto de esta última se da por hecho que los alumnos disponen de conocimientos previos que permiten dotar a dichos temas de un carácter de refuerzo y ampliación. En concreto, para cada uno de estos tres temas, se ha diseñado una actividad en la que se han integrado las metodologías docentes de clase invertida, aprendizaje colaborativo y tutoría en grupo. Para su desarrollo se puso a disposición de los alumnos de material docente para cada unidad didáctica, en forma de apuntes teóricos, enlaces de interés y ejemplos prácticos resueltos, además de los enunciados de cuatro problemas propuestos, diseñados especialmente para contribuir a la adquisición de competencias transversales, genéricas y la específica de la asignatura.

Para desenvolver la actividad, cada alumno participó en tres sesiones, una por cada tema y de dos horas cada una, de grupo mediano 2 (GM2). Hubo 6 de estos grupos, compuestos de 15 alumnos a lo sumo. Cada uno de estos grupos, se particionó en equipos de trabajo de entre tres y cuatro integrantes en condiciones que garantizaron la interdependencia positiva.

La actividad consiste en lo siguiente: para cada uno de los temas y de manera individual y no presencial, los alumnos, tras estudiar la teoría y los ejemplos resueltos, han de resolver todos los problemas propuestos, para, posteriormente, exponer su solución a su equipo de trabajo.

Tras contrastar todas las respuestas de los miembros, se debe consensuar la respuesta que consideren válida para cada uno de los problemas. Ya de manera presencial el docente asigna al azar tan sólo uno de los problemas propuestos a cada equipo. Seguidamente y en un plazo de 15 minutos, el equipo de trabajo debe exponer al resto del alumnado su solución al problema asignado, haciendo especial hincapié en las hipótesis de partida, la metodología adoptada y el proceso de cálculo. El proceso se itera para los diferentes equipos de trabajo hasta cubrir el 100% de los mismos dentro de la sesión correspondiente. Tras ello, el aula se torna en una tutoría grupal en la que el docente aclara los contenidos tratados.

El Plan de Ordenación Académica (POA) asigna 15 horas de GM2 a cada alumno para la asignatura 22409. Típicamente se empleaban 8 de estas horas a la realización de prácticas de laboratorio, y las 7 restantes a solventar dudas acerca de las actividades de evaluación de las prácticas, cosa no muy popular entre los alumnos como refleja la elevada tasa de ausencia para estas sesiones. Así, se decidió dedicar estas 7 horas al desarrollo de la actividad descrita. Además, teniendo en cuenta que antes de la puesta en marcha de dicha actividad, los contenidos de las unidades didácticas 1, 3 y 7 se impartían siguiendo la metodología tradicional en clases de teoría (Grupo Grande, GG) y de problemas (Grupo Mediano 1, GM1), la aplicación de la metodología expuesta ha permitido liberar horas de GG y GM1 que se han podido dedicar al desarrollo de las unidades didácticas de más difícil asimilación por parte de los alumnos.

Los alumnos pueden conocer la manera en que cada una de las tres sesiones de trabajo

son evaluadas gracias a una rúbrica (Tabla 1), que consta de siete criterios diferentes, siendo la puntuación para cada uno de entre 0 y 5, para una puntuación máxima de 35 por sesión.

Tabla 1. Rúbrica de evaluación de los contenidos teóricos a desarrollar de manera autónoma.

Criterios
En la exposición de la solución al problema propuesto, han intervenido todos los integrantes del grupo
La exposición se realiza de manera coherente, ordenada y clara
Se respeta el máximo de 15 minutos para realizar la exposición
Las hipótesis de partida, así como los principios físicos y matemáticos utilizados son correctos
La metodología y el proceso de cálculo son correctos
Los cálculos se presentan sin errores
Se han empleado las unidades correctas

La puntuación se convierte en una cantidad que podrá ser como máximo de 0.2 por sesión, pudiendo sumar un total de 0.6 para las tres sesiones, a lo sumo. En concreto: i) si en la rúbrica se obtienen entre 29 y 35 puntos, se asocia una nota de 0.2; ii) si en la rúbrica se obtienen entre 22 y 28 puntos, se asocia una nota de 0.15; iii) si en la rúbrica se obtienen entre 15 y 21 puntos, se asocia una nota de 0.1; iv) si en la rúbrica se obtienen entre 8 y 14 puntos, se asocia una nota de 0.05; v) si en la rúbrica se obtienen menos de 8 puntos, se asocia una nota de 0.

La calificación final del alumno para la asignatura se obtiene aplicando el siguiente algoritmo:

$$Si(pp) \text{ y } (sp) \geq 4.50 \rightarrow Nota = 0.375 \cdot pp + 0.375 \cdot sp + 0.25 \cdot pl + aa$$

$$\left. \begin{array}{l} Si(pp) \geq 4.50 \text{ pero } (sp) < 4.50 \\ \text{ó } si(sp) \geq 4.50 \text{ pero } (pp) < 4.50 \\ \text{ó } si(pp) \text{ y } (sp) < 4.50 \end{array} \right\} \rightarrow \begin{cases} Si \text{ Nota} - aa > 4.5 \rightarrow 4.5 \\ Si \text{ Nota} - aa < 4.5 \rightarrow \text{Nota} - aa \end{cases}$$

Sólo si las calificaciones del primer y segundo parciales (*pp* y *sp* respectivamente) son mayores o iguales que 4.50, se suma el puntaje adicional obtenido en las tres sesiones (*aa*), pudiéndose obtener una calificación máxima de 10.6. En las ecuaciones, *pl* es la nota obtenida en el laboratorio. En este algoritmo se ha aplicado el reglamento académico de la UIB.

Para evaluar si la ejecución del proyecto ha supuesto una mejora, se ha hecho un tratamiento estadístico de las calificaciones de los alumnos. Se han comparado las calificaciones del curso anterior a la implementación del proyecto de innovación (22-23) con las calificaciones de los alumnos en el curso de ejecución del mismo (23-24). Para que la comparación sea justa, no se ha tenido en cuenta el puntaje adicional (*aa*). Se han estratificado los datos para distinguir entre los resultados obtenidos por estudiantes que en el curso considerado eran repetidores de los de nueva matrícula. Teniendo en cuenta que la tasa de éxito puede interpretarse como la media en el muestreo de una variable aleatoria discreta que toma el valor 0 para alumnos que suspenden y el valor 1 para alumnos que aprueban, sobre muestras de tamaño igual al conjunto de alumnos presentados, entonces la tasa de éxito tiene el carácter de variable aleatoria que se distribuye normalmente, como consecuencia del teorema central del límite. Esto ha hecho posible poder comparar, para cada curso, las tasas de éxito de los alumnos repetidores mediante prueba de hipótesis para dos medias con varianzas iguales y desconocidas (esto último fue la conclusión de realizar prueba de hipótesis para la comparación de dos varianzas). Se hizo lo propio con los no repetidores, para poder realizar afirmaciones acerca del diferente comportamiento de ambas categorías de alumnos.

Por último, el grado de satisfacción del alumnado con la metodología aplicada se ha evaluado mediante la elaboración de una encuesta de 15 preguntas, que se enumeran a continuación:

Tabla 2. Cuestionario realizado a los estudiantes (0: nada conforme; 1: totalmente conforme)

Pregunta
1. La documentación proporcionada es clara y útil
2. En el material proporcionado se presentan gráficas, dibujos, etc. que facilitan su comprensión
3. El material teórico y los ejemplos resueltos han ayudado para resolver los problemas propuestos
4. Estoy contento con mis compañeros de grupo
5. Los contenidos estudiados, ¿te han resultado difíciles de comprender?
6. El conocimiento adquirido en asignaturas previas ha servido para desarrollar la actividad
7. Se han coordinado las tareas teóricas de la asignatura con los contenidos desarrollados en la actividad de autoaprendizaje.
8. El volumen de contenidos y tareas exige una dedicación justa.
9. La cantidad de materia en cada sesión de clase es la adecuada.
10. La información sobre la actividad docente (objetivos, actividades, horarios, criterios de evaluación, etc.) me ha resultado de fácil acceso y utilidad.
11. El profesor resuelve las dudas.
12. El clima creado en el aula es distendido.
13. Mi interés por la asignatura ha aumentado como resultado de esta actividad.
14. El desarrollo de la tarea ha servido para aprender
15. En general, estoy satisfecho con el desempeño de la actividad.

RESULTADOS

Las calificaciones promedio, desviaciones estándar, tasas de rendimiento, éxito y evaluación para los dos cursos analizados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Indicadores para los cursos 22-23 y 23-24.

Curso	Calificación media	Desv. estándar	Tasa de rendimiento	Tasa de éxito	Tasa de evaluación
22-23	4.51	1.65	0.363	0.371	0.978
23-24	4.32	1.56	0.319	0.341	0.936

La Fig. 1 muestra las distribuciones de la calificación final, distinguiendo entre cursos y según las categorías “Repetidor” y “No repetidor”. La distribución de los alumnos repetidores se desplaza hacia la derecha en el curso 23-24. Por otra parte, la distribución de los no repetidores en el curso 22-23 es bimodal, implicando esto la existencia de dos tipos de estos alumnos, unos con calificaciones finales centradas en torno a 7 y otro centrada en torno a 4. En el curso 23-24 se desvanece la moda centrada en 7, luego la presencia de este tipo de estudiantes es testimonial.

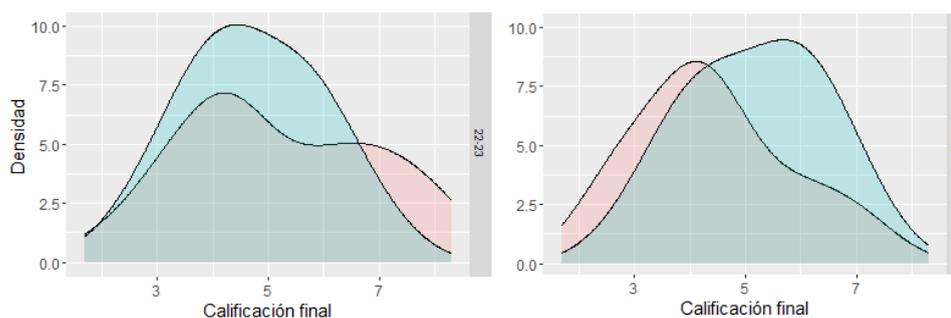


Fig. 1. Distribución de la calificación final para los cursos 22-23 (izq.) y 23-24 (dcha.). En turquesa, alumnos que eran repetidores. En rosa, alumnos de nueva matrícula.

La Fig. 2 muestra que la mediana de las calificaciones de los alumnos que repetidores mejoró sustancialmente tras implementarse el proyecto de innovación docente. Para los alumnos de nueva matrícula la mediana se mantiene, pero la variabilidad se ha reducido, fruto de la mencionada desaparición de la moda centrada en 7 de la Fig. 1.

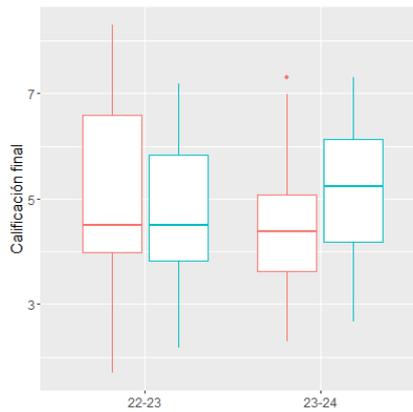


Fig. 2. Diagrama de cajas y bigotes de la calificación final para los cursos 22-23 y 23-24. En turquesa, alumnos que eran repetidores. En rosa, alumnos de nueva matrícula.

Los resultados de la Tabla 4 se han obtenido tras estratificar por curso y distinguiendo los alumnos de nueva matrícula de los repetidores y están en consonancia con la Fig. 1 y la Fig. 2.

Para los alumnos repetidores, la hipótesis nula sobre la igualdad de medias de dos poblaciones (cada población representa cada uno de los cursos y dichas medias representan la tasa de éxito) con varianzas iguales y desconocidas, puede rechazarse en un test unilateral con confianza 0.8, ya que el valor p es 0.2; se acepta la hipótesis alternativa de que los repetidores han subido su tasa de éxito en 23-24. Para no repetidores, con confianza 0.95 se acepta la hipótesis alternativa de que su tasa de éxito ha bajado en el curso 23-24, siendo el valor p 0.04.

Tabla 4. Indicadores para los cursos 22-23 y 23-24 estratificado por repetidores y no repetidores

Curso	Repetidor	Tasa de rendimiento	Tasa de éxito	Tasa de evaluación
22-23	Sí	0.370	0.386	0.957
23-24	Sí	0.441	0.478	0.920
22-23	No	0.356	0.356	1.00
23-24	No	0.182	0.190	0.955

Finalmente, la Fig. 3 resume las respuestas de los alumnos a las preguntas de la encuesta (Tabla 2). En general, el resultado es satisfactorio.

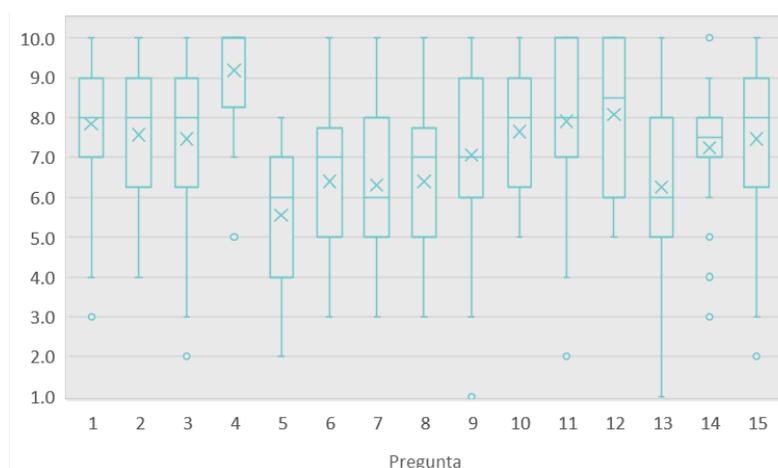


Fig. 3. Resultados del cuestionario de la Tabla 2.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran una mejora en los repetidores en el curso 23-24, lo cual implica que se han visto favorecidos por la ejecución del proyecto de innovación docente. Lo contrario se observa en los alumnos de nueva matrícula. En base al resultado satisfactorio obtenido en

alumnos repetidores, la bajada en el rendimiento de los alumnos no repetidores dudosamente podría atribuirse a la aplicación de la nueva metodología. En su lugar, esto podría ser una consecuencia de que los alumnos de nueva matriculación cursaron primero y segundo de bachillerato durante los cursos 2020-2021 y 2021-2022, coincidiendo con el periodo en que los institutos de enseñanza secundaria tuvieron que acogerse a condiciones de semipresencialidad y a otras medidas protocolarias de contención del SARS-CoV-2. Un análisis de los resultados de los años venideros permitirá dar mayor certidumbre a esta conclusión.

REFERENCIAS

Alonso Miguel, I., Canals Guinand, V. J., & Martínez Moll, V. (2023). Programa de prácticas de laboratorio en enseñanzas de ingeniería basado en la determinación del sistema mecánico equivalente de un vehículo eléctrico. XXIV Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, 150.

Contreras Domingo, J. (1994). Enseñanza, Currículum y profesorado, Introducción crítica a la didáctica (Segunda). Ediciones Akal, S. A.

Orden CIN 351/2009 del 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. Boletín Oficial del Estado núm. 44, de 20 de febrero de 2009. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2009-2893

EMID O06 Implementación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en Ingeniería Biomédica: caso de la asignatura de Biofabricación

Emma Polonio-Alcalá^a, Sira Ausellé-Bosch^a, Joaquim Ciurana^b y Teresa Puig^a

^aDepartamento de Ciencias Médicas, Facultad de Medicina, Universidad de Girona, emma.polonio@udg.edu, sira.auselle@udg.edu, teresa.puig@udg.edu ^bDepartamento de Ingeniería Mecánica y de la Construcción Industrial, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Girona, quim.ciurana@udg.edu

Abstract

This study analyses the implementation of Problem-Based Learning (PBL) in the subject of *Biomanufacturing* in the Bachelor's degree in Biomedical Engineering. The optative subject integrates concepts from both process and elements of biomanufacturing and tissue engineering, and hence, it is taught by teachers from the Polytechnic School and Faculty of Medicine. The results highlight a 100% pass rate with an average grade exceeding 7 out of 10. Therefore, the PBL methodology applied in this subject stands out for the high level of learning achieved by the students.

Keywords: Problem-Based Learning; Bioengineering; Biomanufacturing; Tissue Engineering; Cell Culture; Interdisciplinary approach

Resumen

El presente estudio analiza la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la asignatura de *Biofabricación* en el Grado de Ingeniería Biomédica. Esta optativa integra conceptos de procesos y elementos de biofabricación e ingeniería de tejidos, por lo cual es impartida por profesorado de la Escuela Politécnica Superior y la Facultad de Medicina. Los resultados destacan una tasa de aprobados del 100% con una nota media superior al 7 sobre 10. Por tanto, la metodología ABP aplicada en esta asignatura destaca por el alto aprendizaje adquirido por los estudiantes.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas; Bioingeniería; Biofabricación; Ingeniería de Tejidos; Cultivo Celular; Enfoque Interdisciplinario

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El constante progreso en nuestra sociedad y la introducción de nuevas tecnologías impulsa la demanda de una atención sanitaria personalizada y óptima mediante la Ingeniería Biomédica. Esta disciplina aplica los principios y conceptos de la ingeniería en el campo de la medicina y la biología para el desarrollo de nuevos equipos y dispositivos médicos para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, así como mejoras en los procesos de salud y la gestión de los recursos sanitarios.

En este contexto, en el curso académico 2018/19, la Universidad de Girona (UdG) introdujo en su oferta formativa el Grado en Ingeniería Biomédica. Concretamente, este programa integra conocimientos de informática, electrónica y biomecánica y materiales para su aplicación directa en el ámbito médico, abarcando áreas de interés como anatomía y fisiología aplicadas, imagen médica, patología médica y quirúrgica y enfermedades crónicas y sistema sanitario. Además, esta formación transversal se asegura mediante la colaboración entre el personal médico y sanitario de la Facultad de Medicina y Enfermería y el personal ingeniero y tecnólogo de la Escuela Politécnica Superior (EPS).

Los avances tecnológicos están facilitando el acceso a una gran cantidad de información, de manera que la simple exposición del contenido de la asignatura por parte del profesorado resulta insuficiente. Es crucial adoptar enfoques que fomenten la participación activa del estudiante, especialmente en áreas e rápido avance como la ingeniería y la medicina. Así pues, con el propósito de modernizar las metodologías de enseñanza, dinamizar las sesiones en el aula y cumplir con las directrices europeas en educación superior (Arpí Miró et al., 2012), el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ha sido adoptado por las universidades en los últimos años, con resultados altamente favorables (Wood DF, 2003).

En el Grado de Medicina de la UdG, esta metodología docente ha sido implementada desde los módulos preclínicos (Benito, 2009) hasta los módulos morfo-funcionales (Reina, 2012). Asimismo, se ha aplicado esta metodología en la EPS de la UdG, tanto en el Grado de Ingeniería Química como en el de Ingeniería Mecánica (Ciurana, 2017). Por lo tanto, la adopción de esta metodología para asignaturas del Grado en Ingeniería Biomédica se ha considerado una opción válida. De hecho, se ha implementado con éxito en la asignatura obligatoria de *Anatomía Funcional y Biomecánica* de segundo curso, que tiene contenidos de anatomía y fisiología, obteniendo resultados muy positivos, tanto en la adquisición de contenido por parte del estudiante como en la satisfacción del estudiante con el diseño de la asignatura (Ruiz-Martínez, 2022).

El objetivo de este artículo es presentar la introducción del enfoque metodológico ABP en la asignatura optativa de *Biofabricación* del cuarto curso del programa de Ingeniería Biomédica de la UdG. Esta asignatura de 5 créditos es impartida por docentes tanto de la Facultad de Medicina, del área de Fisiología, como de la EPS, del área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación.

METODOLOGÍA

Objetivos de aprendizaje (OA) y competencias

Los objetivos de aprendizaje (OA) de la asignatura de *Biofabricación* buscan brindar una introducción completa a los principios fundamentales de la ingeniería de tejidos y de procesos y elementos de biofabricación, abordando conceptos básicos sobre el cultivo celular y la selección de biomateriales. Por otro lado, las competencias que se buscan alcanzar con la asignatura están detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1. Competencias relacionadas con la asignatura de *Biofabricación*.

Básicas y generales	<ul style="list-style-type: none"> • Recoger, seleccionar y organizar información de forma eficaz • Planificar y organizar las propuestas y proyectos • Aplicar criterios de calidad a las propuestas y/o proyectos
Transversales	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajar en equipo • Diseñar propuestas creativas
Específicas	<ul style="list-style-type: none"> • Especificar, diseñar y evaluar dispositivos y aplicaciones informática para terapias biomédicas

La metodología propuesta en la asignatura de *Biofabricación* se fundamenta en una distribución de las horas de trabajo que reduce significativamente las clases tradicionales, enfatiza la sesión ABP y se le otorga un gran peso a las horas de estudio autónomo, como se ilustra en la Figura 1. De esta manera, el rol del profesor se transforma en el de tutor, lo que permite a los estudiantes asumir un papel más activo tanto dentro como fuera del aula.

Por otra parte, se incorporan también horas dedicadas a prácticas, donde se llevan a cabo diversas sesiones en talleres de fabricación aditiva o en laboratorios de cultivo celular para instruirse directamente en el manejo de estas técnicas. Asimismo, se imparten seminarios en los cuales los estudiantes adquieren habilidades para interpretar y comunicar la investigación

científica relacionada en el ámbito de la bioingeniería, así como desarrollar competencias en la evaluación crítica de la información.

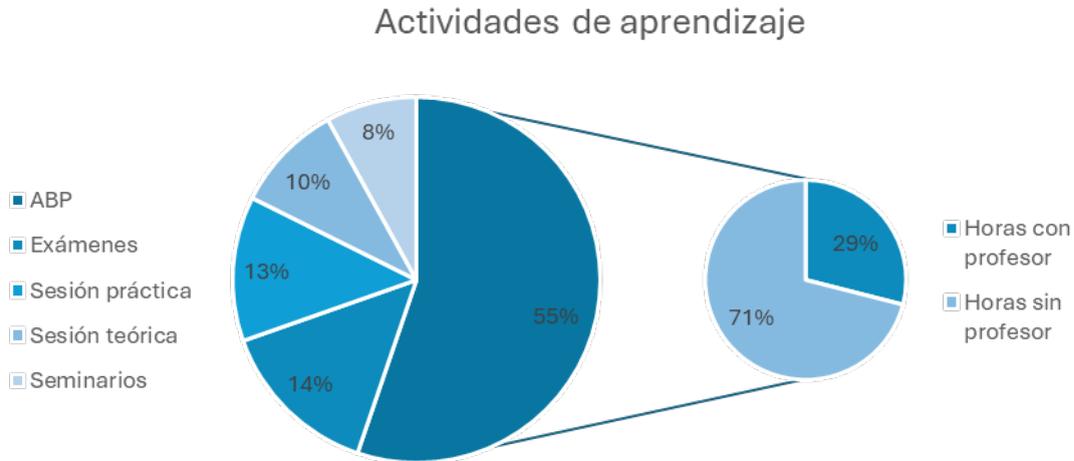


Fig. 1. Tiempo asignado a las actividades de la asignatura de Biofabricación (izquierda) y distribución relativa de horas con y sin la presencia del profesor en la actividad de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (derecha).

Casos prácticos

Con el objetivo de que el estudiantado alcance los OA de la asignatura, ésta ha sido dividida en tres casos de estudio ABP. La Tabla 2 presenta los objetivos específicos de cada caso ABP. Este enfoque metodológico fomenta el desarrollo de competencias transversales, tales como el pensamiento crítico, la comunicación oral y escrita, el trabajo colaborativo, y la formulación de propuestas innovadoras.

Tabla 2. Objetivos de aprendizaje de los tres casos ABP clasificados según las dos áreas que cubre la asignatura de Biofabricación (Ingeniería, I; Fisiología, F).

ABP	Área	Objetivos
1	I	<p><i>Fundamentos y aplicaciones en ingeniería de tejidos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Conocer qué es la ingeniería de tejidos. Conocer técnicas básicas para la caracterización de matrices 3D y analizar sus propiedades. Conocer los principales tipos y métodos de obtención de andamios (<i>scaffolds</i>). Ventajas del desarrollo de un "organ on a chip".
	F	<p><i>Aspectos fundamentales en cultivo celular</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Conocer los diferentes tipos de células madre y sus características. Definir el papel de los factores de crecimiento y las citocinas. Explicar qué es el cultivo en tres dimensiones (3D) y las principales diferencias con el cultivo en 2 dimensiones (2D).
2	I	<p><i>Exploración y aplicación de biomateriales en ingeniería biomédica</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Conocer el tipo de biomateriales y sus características. Explicar qué materiales son biocompatibles y su importancia. Conocer y poner en práctica las diferentes técnicas para la producción de biomateriales.
	F	<p><i>Descripción de las técnicas de cultivo celular y la importancia de la matriz extracelular</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Describir las técnicas básicas de cultivo celular.

		<ul style="list-style-type: none"> Entender la importancia de la matriz extracelular y su interacción con los materiales.
I	<i>Principios y diseño de biorreactores en ingeniería de tejidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> Conocer los principios generales de los biorreactores para la ingeniería de tejidos. Saber los parámetros de diseño de los biorreactores. Conocer las especificidades de los biorreactores para los diferentes tejidos/órganos.
3		<ul style="list-style-type: none"> Recordar las tecnologías de fabricación aditiva apropiadas para la fabricación de ingeniería de tejidos.
F	<i>Exploración de variedades celulares y optimización del cultivo para la ingeniería de tejidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> Conocer qué tipos celulares existen y cuáles son los más adecuados para ser empleados en la ingeniería de tejidos. Explicar las condiciones y parámetros óptimos para el cultivo celular.

Evaluación

Para evaluar los conceptos de aprendizaje promovidos mediante la metodología ABP, la evaluación de la asignatura *Biofabricación*, en sintonía con el método ABP, se estructura en cuatro partes:

1) Evaluación continuada en las sesiones de ABP. Esta parte constituye el 40% de la calificación total y examina competencias en responsabilidad, relaciones interpersonales, habilidades de aprendizaje y comunicación, siguiendo los criterios establecidos en la rúbrica del Grado en Medicina (Ramió, 2018).

2) Prueba de evaluación final. Dividida en dos partes, constituye el 50% de la calificación total. En la primera parte, que supone el 25% de la calificación del examen, los estudiantes deben justificar la posible relación entre dos o tres casos de ABP con distintos OA proporcionados. En la segunda parte, realizada como mínimo un día más tarde que la primera, los estudiantes deben responder a preguntas relacionadas con los OA y equivale al 75% de la nota del examen.

3) Seminarios. Implica una presentación oral sobre un artículo científico relacionado con el diseño y uso de tecnologías para el apoyo a la salud y la mejora de la calidad de vida. Esta parte constituye el 5% de la calificación total y evalúa aspectos de la comunicación oral (entonación, ritmo, claridad del discurso, vocabulario, etc.) y de la presentación (orden, estructura, discusión, etc.).

4) Prácticas. Constituyen el 5% de la calificación total y evalúan la participación en las actividades realizadas en talleres de fabricación aditiva y laboratorios de cultivo celular.

RESULTADOS

Desde el inicio del Grado en Ingeniería Biomédica de la UdG, un total de 40 estudiantes han participado en la asignatura de Biofabricación, con 12 estudiantes durante el curso 2021/22 y 28 durante el curso 2022/23. En cuanto a las calificaciones finales, en la Figura 2 se muestra un resumen en ambos cursos. La nota final promedio fue de $7,1 \pm 0,7$ para el primer curso y $7,6 \pm 0,7$ para el segundo. Es relevante destacar que ambos cursos lograron una tasa de aprobados del 100% y una puntuación media superior a 7 sobre 10, evidenciando así la efectividad de esta metodología de aprendizaje, especialmente cuando se trabaja con grupos pequeños de estudiantes.

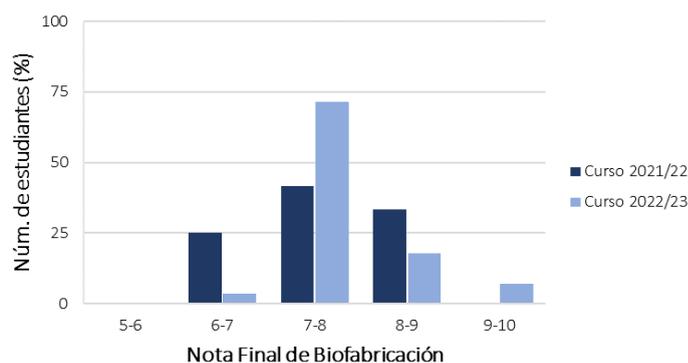


Fig. 2. Calificaciones finales de los cursos académicos 2021/22 y 2022/23.

Con el fin de evaluar la percepción de los estudiantes acerca de la metodología empleada, se han analizado los resultados de encuestas completadas por un total de 6 alumnos del curso 2021/22, lo que representa aproximadamente el 50% del grupo, y por 9 alumnos del curso 2022/23, equivalente al 32%, tal y como se muestra en la Figura 3. Se obtuvo una valoración promedio de $4,5 \pm 0,6$ para el curso 2021/22 y de $4,8 \pm 0,4$ para el curso 2022/23 en relación con la adecuación del volumen de trabajo y los créditos asignados a la materia, así como con la coherencia entre los objetivos y los contenidos del curso. Respecto a la satisfacción con los materiales y el desarrollo del curso, se registraron calificaciones de $4,2 \pm 1,6$ para el curso 2021/22 y de $4,5 \pm 0,5$ para el curso 2022/23. En resumen, se observa un elevado nivel de satisfacción entre los estudiantes, con puntuaciones superiores a 4 sobre 5 en general.

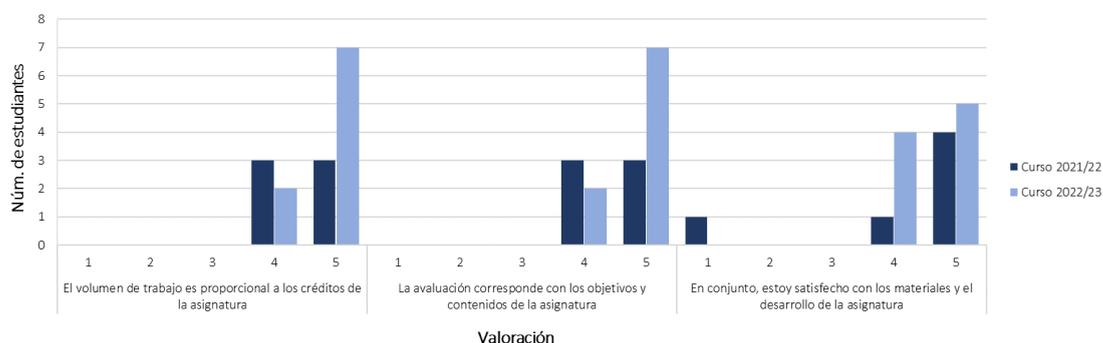


Fig. 3. Valoración de la asignatura Biofabricación por parte del estudiantado en el curso 2021/22 y 2022/23.

CONCLUSIONES

La implementación de la metodología ABP en la asignatura optativa de *Biofabricación* en el grado de Ingeniería Biomédica de la UdG ha demostrado una elevada efectividad, con una tasa de aprobados del 100% y una calificación media alta. Además, la satisfacción estudiantil indica una percepción positiva de la organización del curso y la adecuación del volumen de trabajo, lo que subraya la relevancia y el impacto positivo del ABP en la experiencia educativa de los estudiantes. Por tanto, esta estrategia docente no solo moderniza las prácticas de enseñanza y dinamiza las sesiones en el aula, sino que también promueve la autonomía del estudiante, permitiendo un enfoque más participativo y centrado en el estudiante. La inclusión de prácticas y seminarios complementa el aprendizaje teórico, dando la oportunidad al estudiantado de aplicar los conocimientos en contextos prácticos y de desarrollar habilidades de comunicación y análisis crítico. Además, la integración de docentes de la EPS y la Facultad de Medicina, permite reflejar la naturaleza interdisciplinaria de la bioingeniería, preparando a los estudiantes para abordar desafíos complejos del ámbito de la biofabricación.

REFERENCIAS

Arpí Miró, C., Ávila, P., Baraldés i Capdevila, M., Benito Mundet, H., Gutiérrez del Moral, M.J., Orts Alís, M., Rigall i

Torrent, R., Rostán Sánchez, C. (2012). El ABP: origen, modelos y técnicas afines. *Aula de innovación*

educativa, 216, 14-18. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/8680>.

Benito, A., Pinart, E., Roldan, M., Viñas, J., Santos, M., Massaguer, A., Puig, T., Vilanova, M. (2009). Aprendizaje basado en objetivos alicados a un módulo docente de contenidos pre-clínicos del grado de medicina. II Congreso Internacional Univest 2009 (Universitat de Girona).

Ciurana, J., Garcia-Romeu, M.L., Ferrer, I., Xifro, X., Carrion, C., Puig, T. (2017). Desarrollo de casos prácticos para la innovación docente en estudios de ingeniería. 25 experiencias de innovación educativa; hacia un mundo por competencias. ISBN: 978-84-697-7653-7.

Ramió, L, Castells, X, Puig, T, and San, J. (2018). L'aprenentatge centrar en l'estudiant del grau de medicina de la Universitat de Girona. *Commun Pap*, 7, 173.

http://dx.doi.org/10.33115/udg_bib/cp.v7i14.22283

Reina, F., Puig, T., Oliva, A., Carrera, A. (2012). Modelo de evaluación de un currículo integrado de ciencias morfológicas y fisiología en los estudios de grado en medicina. Experiencia en la Universidad de Girona. Societat Espanyola de Biología Celular (SEBC), Universitat de Barcelona y Universitat de Lleida.

Ruiz-Martínez, S., San, J., Puig, T. (2022). Metodología de aprendizaje basado en problemas para la innovación docente en estudios de Bioingeniería. ISBN: 978-84-09-41232-7

Wood, D.F. (2003) ABC of learning and teaching in medicine. Problem based learning. *BMJ*. 325, 328-330.

EMID O07 Actividades formativas extra académicas en el ámbito de las Cátedras de Universidad

Manuel Martínez Torán ^a, Marina Puyuelo ^b, Pedro Fuentes ^c, Vicente Dolz ^d, Juan A. Monsoriu ^e

^a Director de la Cátedra de Artesanía (ETSIADI-UPV, mmtoran@upv.edu.es)

^b Directora de la Cátedra Stadler (ETSIADI-UPV, mapuca@upv.edu.es)

^c Director de la Cátedra Istobal y la Cátedra IDC (ETSIADI-UPV, pfuentes@upv.edu.es)

^d Subdirector de Cátedras de la ETSIADI (ETSIADI-UPV, vidolrui@upv.edu.es)

^e Director de la ETSIADI (ETSIADI-UPV, jmonsori@upv.edu.es)

Abstract

This work presents the main activities developed in the Business Chairs program of the Universitat Politècnica de València (UPV). These activities are an exceptional opportunity to complement the training of students with extra-academic activities and also serve as a framework to connect the university with the companies of its environment.

Keywords: Business Chairs; Extra academic training; Company; Formation activities.

Resumen

En este trabajo se exponen las principales actividades desarrolladas en el programa de Cátedras de la Universitat Politècnica de València (UPV). Estas actividades son una oportunidad excepcional para complementar la formación del alumnado con actividades formativas extra académicas y además sirven de marco para conectar la universidad con el tejido empresarial de su entorno.

Palabras clave: Cátedras; Formación extra académica; Empresa; Actividades formativas.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Las Cátedras son una forma de establecer una amplia y cualificada colaboración de empresas, fundaciones o entidades con vinculación empresarial con la Universitat Politècnica de València (UPV) para desarrollar objetivos de docencia, investigación, transferencia de tecnología y conocimiento. La finalidad principal de una Cátedra es desarrollar actividades de interés general para la comunidad universitaria, ofreciendo al alumnado una formación extra académica.

Las primeras Cátedras de la UPV surgieron hace más de 20 años, en 1999, En los años 2005 y 2007 se establecieron las primeras normas para su creación en colaboración con los Centros y se estableció un primer reglamento en 2012. Posteriormente el Consejo de Gobierno en sesión de 23 de abril de 2020 aprobó el actual Reglamento para la creación y funcionamiento de Cátedras y Aulas de empresa de la Universitat Politècnica de València (BOUPV núm. 133 de 30.04.2020). Este Reglamento fue modificado el año pasado en el Consejo de Gobierno de 27 de abril de 2023 (BOUPV núm. 053 de 16.05.2023).

El objetivo del presente trabajo es la presentación de actividades de interés en la formación del alumnado realizadas dentro de las Cátedras adscritas a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y del Diseño Industrial (ETSIADI). En la actualidad, hay 6 Cátedras adscritas a la Escuela, la Cátedra de Artesanía, la Cátedra Stadler, la Cátedra Istobal, la Cátedra IDC (Innovación Diseño e interCulturalidad) y dos Cátedras de reciente creación que

son la Cátedra Henry Ford y la Cátedra PowerCo.

METODOLOGÍA

Las Cátedras sirven como marco para realizar actividades de interés general. Estas actividades se definen y organizan a través de la Comisión de la Cátedra que es el órgano gestor de ésta. Esta comisión está formada por integrantes de la universidad y la empresa. Por parte de la Universidad, la integran el director de la Escuela, la Vicerrectora de Empleo y Formación Permanente y el director de la Cátedra y por parte de la empresa, tres miembros designados por ésta.

Estas actividades son muy variadas y ofrecen una formación complementaria al alumnado. En el presente trabajo se mostrarán algunas de las actividades más significativas desarrolladas dentro de la Cátedras adscritas a la Escuela.

RESULTADOS

En este apartado, se describirán las actividades más destacadas de las cuatro Cátedras con más años de vigencia en la Escuela. Estas Cátedras son la Cátedra de Artesanía, la Cátedra Stadler, la Cátedra Istobal y la Cátedra de IDC.

Actividad desarrollada en la Cátedra de Artesanía.

En el ámbito complementario a la formación reglada de la formación del alumnado, la Cátedra desarrolla iniciativas tipo charlas mesas redondas, para que los alumnos tomen contacto con experiencias de artesanos y diseñadores que trabajan con artesanos, como fue el 9 de Marzo de 2023, organizando una Mesa redonda sobre proyectos de diseño y artesanía en Valencia en la ETSIADI, con Vicent Martínez, famoso diseñador español, y Ana Illueca, responsables cada uno de ellos de los proyectos “Diseñar el Aire” y “ADN Cerámico”, que fueron puestos en marcha durante la Valencia Capital del Diseño en 2022. Los dos tenían una clara correspondencia con la artesanía, una con el palmito (el abanico) y la otra con la cerámica decorativa valenciana. Ambos comisarios, vinieron a contar sus experiencias a unos 60 alumnos presentes en el Salón de Actos de la Escuela, durante el horario de actividades semanales, y a partir de ellas, hablar de esa relación contemporánea del diseño con la artesanía (Spotify / Cátedra d’Artesanía UPV. mayo de 2023).



Fig. 1. Cartel de presentación de la jornada 'Proyectos de diseño y artesanía'

Aparte de estas mesas redondas, con el apoyo del Vicerrectorado de Arte, Ciencia, Tecnología y Sociedad, a través de su área de Cultura, se lanzó el curso pasado el primer Ciclo de Artesanía y Ciencia, que trata de inculcar y dar a conocer la artesanía a toda la comunidad científica y académica, personal y alumnado de la UPV. Para ello se trabajó de forma transversal con los departamentos, siendo el Departamento de Escultura y el de Tecnología de Alimentos, los que han colaborado en esta iniciativa acogiendo alumnos de distintos grados, siendo un complemento para sus profesiones futuras. Se realizaron tres talleres en 2023 y ya se han realizado dos en 2024 con artesanos acreditados, para acercar la artesanía a la academia y a la ciencia. La Cátedra apoya la iniciativa, con su organización y edición de unos vídeos

testimoniales. Estos talleres tuvieron una gran afluencia, llenándose por completo, fundamentalmente con estudiantes de últimos cursos o másters de bellas artes, diseño y arquitectura, con lo que noventa alumnos y una decena de profesores y técnicos, se han visto beneficiados de estas actividades apoyadas desde el Centro de Formación Permanente. El programa de Propuestas Culturales de Arte, Ciencia, Tecnología y Sociedad financia parte de esta actividad y se realizan vídeos para documentar los talleres y promocionar posteriormente la actividad desarrollada (Youtube / Cátedra Artesanía UPV. 19 de noviembre de 2023). Dado este éxito, durante el presente curso ya se han realizado dos nuevos talleres para el II Ciclo, que como novedad incluirá una actividad en nuestro Campus de Gandía. Talleres de Confección, Vidrio soplado u Orfebrería, entre otros, han servido para introducir a los alumnos en los oficios.

Finalmente, la transferencia, tanto por papel divulgador desde el podcast D-Artesanía, que permite que los alumnos conozcan el trabajo de talleres significativos, como LZF Lamps (Premio Nacional de Artesanía y Premio Nacional de Diseño), Expormim (también Premio Nacional de Diseño), y Lladró, que hablan de sus procesos de diseño y su responsabilidad en estos negocios. En este campo, destacar el trabajo de Nieves Contreras, directora creativa desde 2018 y alumni del grado de Diseño de la Escuela. Algo que los alumnos del máster de Diseño, dentro de la asignatura de Gestión del Diseño, conocen de primera mano (Spotify / Cátedra d'Artesanía UPV. febrero de 2024). También se puede ampliar la acción de transferencia, desde el trabajo apoyando la investigación, con lo que se consigue que los alumnos conozcan el trabajo de sus antiguos compañeros (10 años artesanía + UPV, septiembre – noviembre 2022) (Youtube / Cátedra Artesanía UPV. 20 de noviembre de 2023), o conozcan la realidad tecnológica de talleres que han introducido en los últimos veinticinco años diferentes experiencias tecnológicas (Exposición Artesanía Digital, abril – mayo 2024) (Martínez. 2023).

Actividad desarrollada en la Cátedra Stadler.

La empresa Stadler es en la actualidad, uno de los principales fabricantes y centros de ingeniería de vehículos ferroviarios del mundo. Su sede en Albuixec (Valencia) es centenaria y desde 2016, pertenece al grupo Stadler, dedicado al diseño y fabricación de todo tipo de trenes (pasajeros, movilidad metropolitana, locomotoras y 'bogies'). Esta planta productiva muy próxima a la UPV, se caracteriza por su flexibilidad y la innovación en toda su cadena de valor, desde el diseño hasta la homologación del producto final.

La Cátedra Stadler constituye un enlace activo entre el conocimiento técnico industrial de una gran empresa y los estudiantes de distintas titulaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, fomentando el continuo aprendizaje en múltiples campos de la ingeniería y el diseño tales como; tecnología de materiales, motores, fuentes de tracción alternativas, optimización de estructuras o diseño para la accesibilidad, el confort y las experiencias de uso del pasajero.

Desde su arranque en 2015, se ha establecido un compromiso constante con los retos actuales de la sociedad en materia de sostenibilidad, accesibilidad, calidad de vida y seguridad. En particular, destacan los resultados de los concursos de diseño orientados a la accesibilidad, la seguridad y el confort del pasajero, que han contado con una implicación directa de distintos profesionales de la empresa, en sesiones específicas de consultas del estudiantado participante, así como la posibilidad de ver "in situ" la problemática planteada en cada edición.

Siguiendo la metodología del Design Thinking (Brown, 2015) que incide en la etapa de empatía con las personas usuarias y el contexto del proyecto, se han trabajado múltiples prácticas de campo en entornos de uso, sesiones creativas, así como puestas en común con miembros de la empresa. A lo largo de una década, se han realizado proyectos de diseño que abordan cuestiones relativas a problemáticas concretas de accesibilidad y seguridad que han sido premiados por la innovación y calidad de las propuestas (Fig. 2).

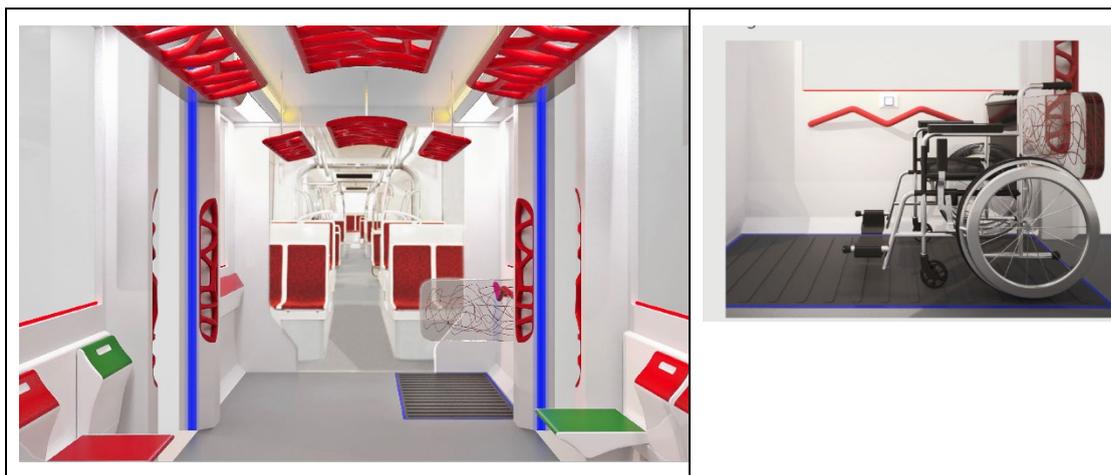


Fig. 2. Proyecto "A NEW SPACE CONCEPT" de Pablo Lardón, María Goñi y Noelia Cirac, 1 premio Diseño y Accesibilidad 2015. Fuente: Proyecto del Master Ingeniería del Diseño. ETSIADI.

Actividad desarrollada en la Cátedra Istobal.

La Cátedra Istobal de Innovación Abierta (CIIA) es un resultado de colaboración entre la UPV y la empresa Istobal. Su finalidad es promover la innovación abierta para favorecer el flujo de conocimiento entre universidad y empresa. Es un espacio de cooperación centrado en la transformación de los servicios y las tecnologías para el lavado y el cuidado de vehículos. La Cátedra tiene dos objetivos principales. Por un lado, dar soporte a acciones de innovación en digitalización (ODS 9), diseño de usuario (ODS 11) y sostenibilidad (ODS 12) y, por otro lado, desarrollar el talento de los estudiantes de la UPV a través de una serie de actividades. Desde que se estableció en 2016, la CIIA está configurando un ecosistema de aprendizaje a través de diversos eventos y reuniones de seguimiento con estudiantes y profesorado. Para cumplir el primer objetivo, la CIIA desarrolla las siguientes acciones:

- Charlas técnicas en la UPV como "Innovación abierta en las empresas", "Gestión de la sostenibilidad en la empresa" y "Cuidado de vehículos".
- Visitas a las instalaciones de Istobal donde se combinan acciones como demostraciones tecnológicas, seguimiento de proyectos, pruebas de campo y planificación de actividades.
- Colaboración en el diseño e impartición de programas de formación: Creatividad; NX CAD, CAE; Transformación digital; UX; IA; Trabajo en equipo y Gestión ágil de proyectos.
- Prácticas en empresa y Trabajos Fin de Carrera abiertos al estudiantado de la UPV. Los temas más frecuentes son la electrónica impresa, la visión artificial y la economía circular.
- La Cátedra lanza retos de innovación abierta para estimular la imaginación, la creatividad y las capacidades técnicas de los estudiantes involucrados. Los retos son acometidos por grupos de estudiantes como European Project Semester, Yudesign o Makers UPV, estos últimos pertenecientes a la plataforma de Generación Espontánea de la UPV. Se realizan a lo largo de un curso académico y versan sobre temas como el UX para el lavado exterior de vehículos, la productividad y seguridad de las instalaciones o el ecodiseño.
- Celebración de Jornadas de Innovación Abierta UPV-ISTOBAL, en la que se difunden conocerse los avances de los estudiantes involucrados y nuevas tecnologías que desarrollan en diferentes centros de investigación de la UPV. Las jornadas se celebran alternativamente en la UPV y en las instalaciones de la empresa.



Fig. 3. Foto de los asistentes y ponentes de la Jornada de Innovación Abierta organizada por la Cátedra Istobal

Actividad desarrollada en la Cátedra IDC (Innovación Diseño e interCulturalidad).

La Cátedra IDC Innovación, Diseño e Interculturalidad es un espacio dinámico de interacción y colaboración donde todos los participantes pueden aportar valor y enriquecer las experiencias de aprendizaje planificadas. La Cátedra persigue la creación de experiencias y estructuras formativas de perfiles profesionales que gestionen el ciclo completo de la innovación. Desde el diseño y la fabricación hasta la llegada al mercado en entornos interculturales. Promueve el empoderamiento y el crecimiento de los diseñadores, facilitando que en un futuro sepan gestionar procesos de toma de decisiones en torno al diseño en un lugar y, a su vez, gestionar la producción en otro lugar culturalmente distinto. Además, trata de poner en valor las relaciones proveedor-cliente como una fuente de co-creación y de generación de nuevas oportunidades de negocio, en cualquier ámbito geográfico.

Entre todas las actividades realizadas, cabe destacar la participación en la Guangzhou Design Week (GZDW) con 450.000 visitantes. GZDW proporciona una plataforma para que los diseñadores encuentren inspiración, estimulen el pensamiento y muestren resultados. La Cátedra IDC ha participado en dos ocasiones en la ceremonia de apertura y ha organizado reuniones, charlas y difundido material multimedia con la colaboración de distintas Instituciones españolas y varias asociaciones y universidades chinas. Destaca la cooperación con la «Guangdong construction And Decoration Design Association», que cuenta con más de dos mil miembros, entre los que se encuentran las empresas más importantes del sector y los institutos de diseño más relevantes.

La Cátedra ha participado en otros eventos como Jaqueando la movilidad Urbana, el CUIEET o la Jornada de Diseño Estratégico de la mano de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Es en este mismo centro donde se planea inaugurar el Aula China, un espacio físico de referencia donde se expondrán diferentes elementos representativos de la interculturalidad cantonesa-valenciana.

La Cátedra IDC ha colaborado en el diseño del grado intercultural de Química Aplicada que se impartirá en la Universidad Normal de Xinyang. Profesores de la UPV participarán en la docencia a través de estancias cortas.

También está contribuyendo a diseñar actividades en el marco de dos alianzas Internacionales, la Guangzhou International Sister-City Universities (GISU) y la European Project Semester (EPS). Estas actividades comprenden la creación de cursos en línea, el intercambio de profesores y alumnos, y el desarrollo de proyectos conjuntos de investigación con profesores de la UPV.

Entre las principales actividades con estudiantes de la Cátedra IDC podemos destacar la participación en NUDE apoyando a los jóvenes talentos de tr3sú con la presentación de sus

diseños nuna, iona y deta, que recibieron muchas visitas y felicitaciones, destacando el premio Talento Joven de la Comunitat Valenciana en la categoría Cultura. NUDE es la cita anual entre diseñadores noveles, escuelas de diseño, empresarios y medios de comunicación de Feria Hábitat Valencia.

La Cátedra otorga becas de colaboración y organiza cursos de formación específicos sobre diseño, creatividad e introducción a la cultura china, en colaboración con el Instituto Confucio y el Dpto. de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.



Fig. 4. Imagen de la presentación en la Design Week 2022 de Guangzhou

CONCLUSIONES

Las cátedras de empresa son un ejemplo perfecto de lo efectiva que puede ser la colaboración entre universidad y empresa. Es una vía para estar en contacto directo con la investigación que se genera en ambos ámbitos y para detectar el talento de los ingenieros del futuro. En la UPV hay mucho talento, y es una gran oportunidad para ambas partes poder contribuir a desarrollarlo y acercar el mundo empresarial a los estudiantes.

Fomentar la innovación desde todos los frentes posibles es fundamental para las estrategias actuales de las empresas. La difusión de las actividades de la Cátedra en la web, en prensa y en redes sociales, así como la memoria anual de la UPV (Web de la UPV. diciembre 2023), contribuye a mantener una participación adecuada en sus actividades.

REFERENCIAS

- Martínez Torán, M. (2023). *No hay transformación digital sin cambio cultural*. En AAVV. Artesanía Digital, (pp. 64-79). Ed. Sendemà.
- Spotify / Cátedra d'Artesanía UPV (febrero de 2024) 21. "Artesanía, diseño y sostenibilidad desde la visión y cultura empresarial", con Javier Pastor / D-Artesanía. <https://open.spotify.com/episode/3i0KttPZWEU0eqlSifERdR?si=6a6ea11075464ba0>
- Spotify / Cátedra d'Artesanía UPV (mayo de 2023) 14. "Proyectos de Diseño y Artesanía", con Ana Illueca y Vicent Martínez / D-Artesanía. <https://open.spotify.com/episode/0wnqCrbyjvBtrQ747SnbqG?si=4fdd9092c0f2405d>
- Web de la UPV (diciembre 2023). *Repositorio de Memorias de Cátedras de la UPV*. <https://www.upv.es/entidades/SG/infoweb/sg/info/518515normalc.html>
- Youtube / Cátedra Artesanía UPV (19 de noviembre de 2023) *Audiovisual del primer Ciclo Artesanía y Ciencia UPV (2023)*. <https://youtu.be/a0m3zfm9CWA>
- Youtube / Cátedra Artesanía UPV (20 de noviembre de 2023) *Una década de proyectos de diseño con artesanos valencianos - 36ª PechaKucha Night València*. <https://youtu.be/AE3dKs9Mjy0?si=vgyR4NIKSdezBBPm>

EMID 008 El Uso de Herramientas Computacionales en la Evaluación Potencia el Rendimiento en Teoría de Máquinas

Balbín-Molina JA^a, y Mora-Macías J^b

^aEscuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla.

^bEscuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Huelva.

Abstract

This work deals with the introduction and assessment of the use of computational tools for problem solving in the course of Theory of Machines and Mechanisms. This proposal has been carried out in the present academic year for two different groups, introducing the methodology also in the evaluation activities. The motivation of the students, the reduction of time in the evaluation tests, the reduction of mathematical error or the acquisition of transversal competences are some of the benefits obtained with this tool. Students who have used these computational methods obtained better results in the evaluation.

Keywords: Machine theory, mechanisms, Matlab, computational resolution, mechanical engineering, kinematics, dynamics.

Resumen

Este trabajo trata sobre la introducción y evaluación del uso de herramientas computacionales para la resolución de problemas en la asignatura de Teoría de Máquinas y Mecanismos. Esta propuesta se ha llevado a cabo en el presente curso académico para dos grupos distintos, introduciendo la metodología también en las actividades de evaluación. La motivación del alumnado, la reducción de tiempo en las pruebas de evaluación, la reducción de fuentes de error matemático o la adquisición de competencias transversales son algunos de los beneficios obtenidos con esta herramienta. Los estudiantes que han usado esta metodología computacional obtuvieron mejores resultados en la evaluación.

Palabras clave: Teoría de máquinas, mecanismos, Matlab, resolución computacional, Ingeniería mecánica, cinemática, dinámica.

INTRODUCCIÓN

En los primeros cursos de estudio de ingeniería resulta a veces muy complicado conseguir el interés del alumnado, especialmente en asignaturas de fundamentos que pueden resultar muy abstractas y poco prácticas para los alumnos, y no proporcionarles la motivación que sí puede lograrse con más facilidad en otras asignaturas más tecnológicas en las que se abordan problemas reales de ingeniería. Una tendencia actual en la renovación de las metodologías docentes es la de promover el desarrollo de competencias en el marco de las TIC. La utilización de las TIC como herramienta docente es actualmente reconocida como muy beneficiosa desde el punto de vista de la mejora de la calidad docente, tal y como se recoge, por ejemplo, en (Corral Abad et al., 2021; Freire Macías & Cuesta Rojo, 2011).

En el caso que nos ocupa, el presente trabajo se enmarca en una convocatoria de la Universidad de Huelva orientada a la innovación docente y a la investigación educativa para la mejora de la docencia. *Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos* (en adelante *FTMyM*) es una asignatura obligatoria de segundo curso presente en las titulaciones de grados de la rama de ingeniería industrial. En esta asignatura aparecen con frecuencia obstáculos de aprendizaje relacionados con la conceptualización de los elementos básicos y análisis del

movimiento de máquinas y mecanismos. La metodología matemática necesaria para la resolución numérica del análisis de movimiento de los mecanismos y máquinas consume excesivo tiempo de las sesiones, no deja espacio al uso de recursos más prácticos y visuales, y representa una de las mayores fuentes de errores en las pruebas de evaluación.

En la literatura existen trabajos que demuestran que el uso de software matemático es una herramienta para mejorar los resultados en el aula (Majid et al., 2012; Notaroš et al., 2019) y existen autores que han incluido el uso de este tipo de software para la docencia en la materia de FTMyM (Marghitu & Raju, 2009; Sinatra & Angeles, 2003). Estos recursos, como el software Matlab (The MathWorks Inc., 2022), se suelen usar en asignaturas de Teoría de Máquinas habitualmente en sesiones de prácticas. Sin embargo, en la mayoría de los casos no es posible usar este tipo de metodologías de cálculo en los exámenes de evaluación debido a las limitaciones de recursos de aulas de informática y de profesorado.

Este trabajo pretende fomentar la motivación a la misma vez que se busca potenciar el aprendizaje de los estudiantes y aumentar su rendimiento académico a través de la inclusión de Matlab como herramienta de cálculo numérico en Teoría de Máquinas. Para ello se implantó una metodología que sustituye parcialmente el proceso de resolución analítico manual de problemas por la resolución computacional a través de scripts de programación, tanto en las actividades de prácticas y resolución de problemas como en los exámenes de evaluación.

OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo es implantar y evaluar los beneficios del uso generalizado de la resolución computacional de problemas de cinemática y dinámica de máquinas y mecanismos, en las actividades prácticas y de evaluación. Los beneficios esperados de esta propuesta son:

- Mejora del rendimiento académico a través de la reducción/eliminación de fuentes de errores relacionadas con la resolución analítica de problemas.
- Fomento de la cultura digital a través de la profundización en el uso de las TIC.
- Adquisición de competencias transversales, como es el uso de lenguajes de programación, para resolución de problemas matemáticos.
- Modernización de las tareas/actividades de la asignatura: uso de software matemático para la resolución numérica de cálculo vectorial y algebraico.
- Aumento de la asistencia, participación y motivación en el estudiantado.

METODOLOGÍA

El proceso metodológico consiste en la formación del estudiantado sobre la aplicación de métodos computacionales de resolución de cálculo vectorial y algebraico orientado al análisis cinemático y dinámico de máquinas y mecanismos. El software utilizado para la resolución numérica de problemas es Matlab. La formación en este software orientada a la resolución de problemas numéricos se ha realizado en las sesiones de prácticas de informática de la asignatura FTMyM. El objetivo final fue ofrecer a los estudiantes la posibilidad de resolver la parte de problemas con Matlab en la prueba de evaluación de la asignatura.

La propuesta presentada se ha llevado a cabo durante el curso académico 2023-2024 y en el análisis de resultados posterior se realiza una comparativa con respecto a años anteriores donde la asignatura se impartió de forma tradicional. El equipo de trabajo del proyecto está compuesto por dos profesores involucrados en la impartición total de la asignatura de FTMyM para diferentes titulaciones. La propuesta se ha llevado a cabo en dos grupos. Un grupo abarca las titulaciones de grado en Ingeniería Mecánica y doble grado en Ingeniería Mecánica y Explotación de Minas (GIMM). El otro grupo abarca el grado en Ingeniería Electrónica Industrial

y el doble grado en Ingeniería Mecánica y Electrónica Industrial (GIEI). El número de alumnos matriculados en *FTMyM* de estas asciende a 44 y 40 estudiantes respectivamente en ambos grupos. La metodología se estructuró en las siguientes tareas:

Propuesta de actividades

Se dedicaron tres sesiones de prácticas de informática para la formación sobre el uso de Matlab orientado a la resolución numérica de la cinemática y dinámica de máquinas y mecanismos. Cada una de las sesiones consistía en la resolución en el aula de un caso a modo de ejemplo y después una actividad entregable similar para aplicar lo visto en el aula. Además, en las pruebas de evaluación continua y final se ofreció a los estudiantes la posibilidad del uso de Matlab para la resolución numérica de problemas.

La primera sesión de prácticas de informática estuvo enfocada a la explicación de los comandos y funciones de Matlab que se usan para la resolución de los problemas (ej. transformación de grados a radianes, creación de vectores, definición de ecuaciones vectoriales, *solver* de ecuaciones, etc). Después se realizó un ejemplo de resolución de la cinemática de un mecanismo de un lazo. En el caso de mecanismos de un lazo se necesita formular únicamente una ecuación para evaluar las velocidades de todos los elementos. Del mismo modo, se necesita una ecuación vectorial para evaluar las aceleraciones de todos sus elementos. La actividad entregable de esta sesión consistió en la resolución con Matlab de la cinemática de un mecanismo de un lazo.

La segunda sesión de informática fue una extensión de la primera. Estuvo enfocada a la resolución cinemática de mecanismos de dos lazos. En este caso, al ser de dos lazos, se necesitan dos ecuaciones vectoriales para evaluar todo el problema de velocidades y otras dos ecuaciones para el problema de aceleraciones. La actividad entregable de esta sesión consistió en la resolución con Matlab de la cinemática de un mecanismo de dos lazos. Téngase en cuenta que en la prueba de evaluación se solicitó la resolución de un mecanismo de dos lazos.

La tercera sesión estuvo dedicada a la dinámica de máquinas y mecanismos. La actividad entregable de esta sesión consistió en la resolución con Matlab del problema dinámico de un mecanismo.

Para la entrega de las actividades de las diferentes sesiones de prácticas de informática se permitió que los estudiantes trabajasen en grupos de máximo 3 personas aconsejando, con vistas a la prueba de evaluación, que la resolución numérica con Matlab se hiciera de manera individual.

Ejecución de las actividades

La resolución de un problema tipo, ya sea sobre cinemática o dinámica de máquinas y mecanismos, se dividió en dos partes claramente diferenciables. Una primera parte en la que se plantea la solución analítica del problema que se realiza de forma manual. La segunda parte consiste en la resolución numérica con Matlab de la solución analítica del problema previamente obtenida. El trabajo con Matlab se realiza a través de la creación de un script de código. La estructura de los scripts se estructuró en cuatro etapas a realizar estrictamente en el siguiente orden:

- a) reset de memoria y eliminación de elementos previos del área de trabajo de Matlab
- b) definición de los datos de inicio del problema
- c) definición del sistema de ecuaciones analítico e incógnitas
- d) resolución numérica del problema y almacenamiento de los valores numéricos

Teniendo en cuenta que la cinemática de máquinas y mecanismos engloba tanto el análisis de velocidades como de aceleraciones, los apartados c) y d) deben repetirse para cada

uno de esos aspectos del problema. La finalidad es que cada estudiante sea capaz de resolver numéricamente un problema usando Matlab.

Por último, se permitió a los estudiantes en las pruebas de evaluación final que usasen Matlab para la resolución numérica de los problemas, estableciendo dos grupos de estudio para evaluar el rendimiento: estudiantes que usaron Matlab en la evaluación final y estudiantes que no usaron Matlab. Para ello fue necesario el uso de las aulas de informática y el desdoble de los grupos según el aforo de dichas aulas. En la Universidad de Huelva, la capacidad máxima de las aulas de informática para evaluación mediante examen es de 15 estudiantes, esto implicó la necesidad de 2 aulas y 2 profesores para evaluar a cada grupo.

Evaluación de la propuesta

La evaluación de la metodología desarrollada se estructuró en dos tipos, una evaluación directa de la satisfacción del alumnado con la metodología y una evaluación indirecta del rendimiento de los estudiantes en la asignatura. Por un lado, se solicitó a los estudiantes que realizaran un cuestionario de valoración de la metodología didáctica implantada frente a la tradicional. El cuestionario consistía en 10 preguntas en las que los estudiantes participantes podían expresar su opinión sobre los siguientes aspectos según su percepción: rendimiento académico, nivel de aprendizaje, utilidad en su desarrollo profesional o escalabilidad a otras asignaturas, entre otros aspectos. También se añadió una pregunta de respuesta abierta donde los estudiantes pudieron expresar su grado de satisfacción general y opiniones sobre la nueva metodología y recursos proporcionados, así como proponer mejoras de futuro.

Por otro lado, se ha realizado un análisis de las tasas de éxito/rendimiento académico, comparando el rendimiento alcanzado por los estudiantes en los últimos 9 cursos académicos, en los que se ha seguido la metodología tradicional, con el rendimiento en el curso de implantación de la metodología. Por último, también se ha estudiado, en el curso de implantación, si el uso de la nueva metodología ha tenido algún efecto en el rendimiento, cuantificando el número de aprobados entre los estudiantes que decidieron usar la metodología nueva en la evaluación y los que no.

RESULTADOS

Para evaluar el efecto del uso de una herramienta numérica como Matlab en la evaluación se ha realizado un estudio de las tasas de rendimiento (Tabla 1), éxito (Tabla 2), y presentación (Tabla 3) en la asignatura *FTMyM* en los grupos de estudio entre el curso 2014-15 y el curso 2022-23 y se ha calculado el valor medio de cada tasa, así como la desviación estándar a lo largo de los 9 cursos. En la misma tabla, estos valores medios pueden compararse con los valores de las tasas durante el curso 2023-24, que es cuando se ha puesto en marcha la nueva metodología. En el grupo GIMM la nueva metodología ha aumentado la tasa de éxito con respecto al valor medio, sin embargo, baja la tasa de presentación y, por tanto, la tasa de rendimiento con respecto al valor medio. En el grupo GIEI se observa una ligera bajada de la tasa de éxito y un ligero aumento de la tasa de presentación, lo que implica que la tasa de rendimiento prácticamente no varíe. Debe tenerse en cuenta la dispersión existente en los valores de las tasas en los últimos nueve años, lo que hace imposible sacar conclusiones estadísticamente significativas hasta que no se observe la evolución de las tasas en cursos venideros.

Tabla 1. Tasa de rendimiento (aprobados / matriculados, %) en *FTMyM* entre los cursos 2014-15 y 2022-23, valor medio \pm desviación estándar durante estos 9 cursos y valor el curso de aplicación de la metodología, 2023-24

	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	Media	23-24
GIMM	68.75	51.52	58.82	67.69	54.90	54.76	37.84	60.98	55.00	56.7\pm9.23	43.18
GIEI	93.33	36.84	57.89	75.86	48.00	65.22	90.00	62.96	17.65	60.86\pm24.42	60.00

Tabla 2. Tasa de éxito (aprobados / presentados, %) en *FTMyM* entre los cursos 2014-15 y 2022-23, valor medio \pm desviación estándar durante estos 9 cursos y valor el curso de aplicación de la metodología, 2023-24

	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	Media	23-24
GIMM	74.58	62.96	69.77	72.13	54.90	82.14	43.75	83.33	70.97	68.28±12.71	73.00
GIEI	95.45	100.0	91.67	95.65	80.00	83.33	100.0	80.95	21.43	83.17±24.42	77.40

Tabla 3. Tasa de presentación (presentados / matriculados, %) en FTMyM entre los cursos 2014-15 y 2022-23, valor medio \pm desviación estándar durante estos 9 cursos y valor el curso de aplicación de la metodología, 2023-24

	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	Media	23-24
GIMM	92.19	81.82	84.31	93.85	100.0	66.67	86.49	73.17	77.50	84.00±10.55	59.00
GIEI	97.78	36.84	63.16	79.31	60.00	78.26	90.00	77.78	82.35	73.94±18.19	77.50

En el curso 2023-24 se ha observado que el uso de Matlab aumenta el rendimiento ya que el 74% y 75% (en los grupos GIMM y GIEI respectivamente) de los estudiantes aprobados habían usado Matlab en la evaluación final. El porcentaje de aprobados entre los estudiantes presentados que usaron Matlab fue del 100% y del 89% en los grupos GIMM y GIEI respectivamente. Sin embargo, el porcentaje de aprobados entre los estudiantes presentados que no usaron Matlab fue del 42% en ambos grupos.

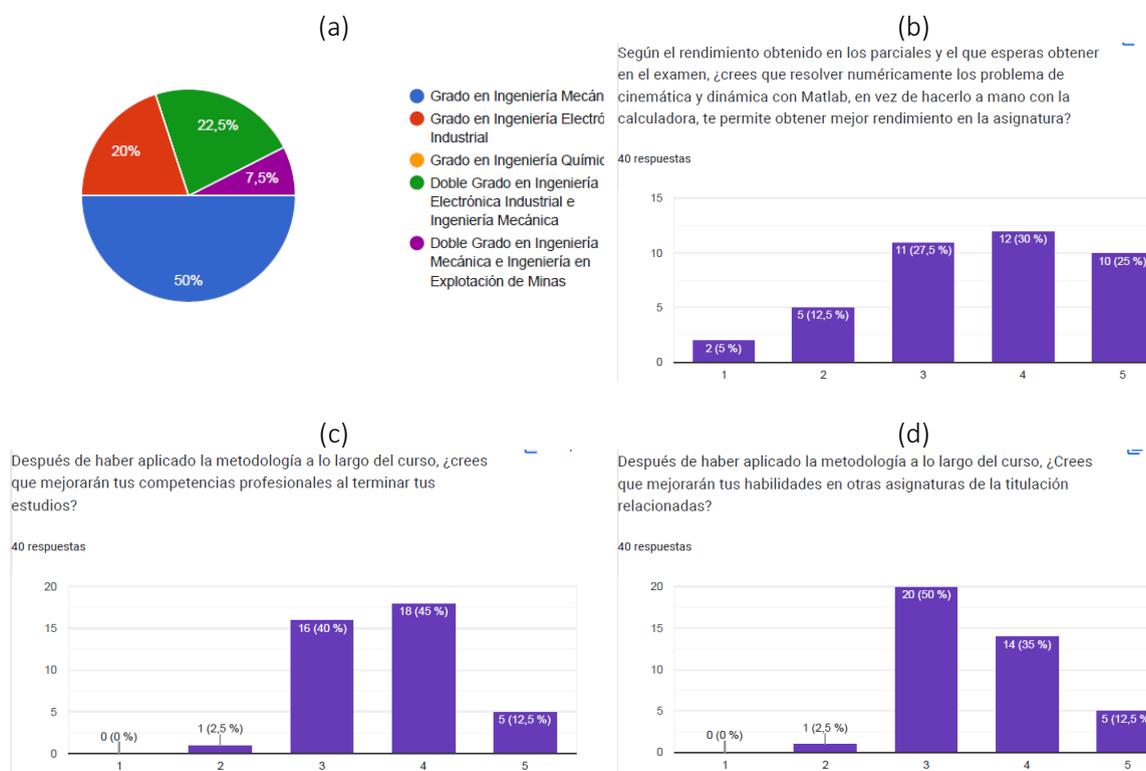


Fig. 1. (a) Titulación de los encuestados de la encuesta de satisfacción sobre la metodología. (b, c, d) Resultados de algunas cuestiones.

En cuanto al grado de satisfacción de los estudiantes, un total de 40 estudiantes de ambos grupos participaron en las encuestas voluntarias (Fig. 1a). Los resultados de los cuestionarios revelaron que el 55% de los estudiantes encuestados piensa que resolver numéricamente los problemas de cinemática y dinámica con Matlab, en vez de hacerlo a mano con la calculadora, les permite obtener mejor rendimiento en la asignatura (Fig. 1b). El 57.5% cree que haber aplicado la metodología a lo largo del curso mejorará sus competencias profesionales al terminar los estudios (Fig. 1c) y el 47.5% piensa que mejorará sus habilidades en otras asignaturas de la titulación (Fig. 1d).

CONCLUSIONES

El uso de la resolución computacional de problemas de cinemática y dinámica de máquinas y mecanismos en las pruebas de evaluación motiva a los estudiantes y mejora el rendimiento en *FTMyM* frente a aquellos estudiantes que optan por la metodología tradicional de resolución analítica. Con el análisis de resultados en un solo curso no se observan diferencias significativas, pero se espera que la metodología descrita mejore las tasas de éxito y rendimiento en la asignatura.

La propuesta planteada tiene la ventaja de ser muy flexible y ampliamente abordable desde cualquier entorno académico y software matemático. La cinemática y dinámica están definidas por una vectorización de las variables implicadas y por cálculo algebraico. Esto hace que una posible opción para trasladar la propuesta presentada aquí sea en aquellas asignaturas en las que se trabaje directamente con matemática vectorial y algebraica. Un ejemplo pueden ser las asignaturas precedentes en el Grado en Ingeniería Mecánica como Física I, Física II, o Fundamentos de Tecnología Eléctrica, así como asignaturas posteriores: Ingeniería Fluidomecánica o Cálculo, Construcción y Ensayo de Máquinas entre otras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del documento desean agradecer a la Universidad de Huelva por la financiación de la propuesta a través de la Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente e Investigación Educativa 2023/2024.

REFERENCIAS

- Corral Abad, E., Gómez García, M. J., Díez-Jimenez, E., Moreno-Marcos, P. M., & Castejón Sisamon, C. (2021). Improving the learning of engineering students with interactive teaching applications. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(6), 1665–1674. <https://doi.org/10.1002/cae.22415>
- Freire Macías, E., & Cuesta Rojo, F. (2011). *Innovando en la docencia en ingeniería* (Universidad de Sevilla & Facultad de Ciencias de la Educación, Eds.).
- Majid, M. A., Huneiti, Z. A., Al-Naafa, M. A., & Balachandran, W. (2012). A study of the effects of using MATLAB as a pedagogical tool for engineering mathematics students. *2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/ICL.2012.6402183>
- Marghitu, D. B., & Raju, P. K. (2009). Mechanism Analysis with Mathematica. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 37(2), 130–143. <https://doi.org/10.7227/IJMEE.37.2.5>
- Notaroš, B. M., McCullough, R., Manić, S. B., & Maciejewski, A. A. (2019). Computer-assisted learning of electromagnetics through MATLAB programming of electromagnetic fields in the creativity thread of an integrated approach to electrical engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(2), 271–287. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cae.22073>
- Sinatra, R., & Angeles, J. (2003). A Novel Approach to the Teaching of Planar Mechanism Dynamics – A Case Study. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 31(3), 201–214. <https://doi.org/10.7227/IJMEE.31.3.2>
- The MathWorks Inc. (2022). *MATLAB version: 9.13.0 (R2022b)*. The MathWorks Inc. <https://www.mathworks.com>

EMID O09 Tutorización basada en la experiencia para el aprendizaje en electrónica

Margarita Ruiz-García^a, Jose Miguel Galeas-Merchán^b, y Carmen García-Berdones^c

Departamento de Tecnología Electrónica, Universidad de Málaga, mcrui@uma.es, jgaleas@uma.es y berdones@uma.es

Abstract

This work is an experience of tutoring students based on their training experience for learning in electronics in the degree of Ingeniería de Sistemas Electrónicos at the University of Malaga. This methodology has led to the introduction of classes with innovative elements, such as the use of art and role-playing, to stimulate learning and improve the understanding of complex concepts. The results obtained support the effectiveness of these strategies.

Keywords: Higher education, electronics learning, multidisciplinary, tutoring, educational experience.

Resumen

Este trabajo es una experiencia de tutorización del estudiantado basándose en su experiencia formativa para el aprendizaje en electrónica en el grado de Ingeniería de Sistemas Electrónicos de la Universidad de Málaga. Esta metodología ha llevado a la introducción de clases con elementos innovadores, como el uso del arte y el juego de roles, para estimular el aprendizaje y mejorar la comprensión de conceptos complejos. Los resultados obtenidos respaldan la efectividad de estas estrategias.

Palabras clave: Educación superior, aprendizaje en electrónica, multidisciplinariedad, tutorización, experiencia formativa.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el entorno universitario, la literatura recoge múltiples experiencias de tutorización entre iguales, sobre todo en el contexto del apoyo al estudiante recién egresado (Peña Martín et al., 2015) y en del aprendizaje colaborativo (Díaz, 2009). El trabajo que aquí se presenta describe otro tipo de tutorización entre pares, que se realiza entre estudiantes de distinto curso, como el del apoyo al egresado, pero que se articula sobre un contenido técnico, como en el aprendizaje colaborativo. Este trabajo se centra en la asignatura Fundamentos de Electrónica Analógica y Potencia (FEAP) de segundo curso del grado de Ingeniería de Sistemas Electrónicos de la ETSI Telecomunicación de la Universidad de Málaga. La innovación docente que se propone consiste en retroalimentar las experiencias compartidas con los estudiantes de la asignatura Subsistemas Analógicos (SA) de tercer curso de este mismo grado a esta asignatura que se cursa previamente. El escenario es el siguiente: la asignatura SA se fundamenta FEAP en la cual se presentan los conceptos básicos de transistores. Se venía observando que parte del fracaso del alumnado en SA se debía a las serias carencias en los conceptos presentados en FEAP. Por este motivo se comenzó con desarrollar un dossier de repaso en SA para tratar de resolver este problema (Ruiz-García et al., 2023). Y esto se hizo añadiendo a las clases magistrales tradicionales otros elementos para que el alumnado aumentara su grado de participación y también para producir sorpresa al cambiar la forma tradicional de impartir clase. Con todo esto se trataba de estimular el aprendizaje y los resultados obtenidos fueron buenos.

Pero además se buscaba un segundo objetivo fundamental: recabar información de los

estudiantes de SA tanto de los conceptos que les resultan más complejos de asimilar cómo del tipo de clases que les ayudaba en mayor medida al aprendizaje. Para ello se realizó una encuesta con objeto de implementar la tutorización de los estudiantes de tercer curso hacia la asignatura de segundo basada en algo tan importante como su experiencia formativa. Los resultados obtenidos nos han llevado a realizar dos tipos de clases en FEAP con elementos innovadores que tratan de cubrir los objetivos mencionados. Este reto de tutorización forma parte de los objetivos del plan de formación educativa de la Universidad de Málaga “Tutorización y orientación profesional en el Grado de Ingeniería de Sistemas Electrónicos”. Este plan se fundamenta en trabajos como (Amorós et al., 2021) donde se trata la tutorización basada en la experiencia.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en este trabajo consiste en convertir a los alumnos de tercer curso de la asignatura de SA en tutores de la asignatura de segundo FE. Para ello, después de desarrollarles un dossier de repaso de los conceptos previos de FEAP con clases especiales, se les realizó una encuesta en las que se les preguntó la clase que recomendaban para FEAP:

1. La clase más votada era la denominada *diferencial con arte* (uso del arte como disciplina complementaria para atraer la atención). Este resultado muestra la complejidad que les supone el estudio del par diferencial, así como el buen efecto del impacto visual que les ha causado el arte para enfrentarse a este estudio de una forma diferente.
2. La segunda clase más votada ha sido los *roles en multietapa* (un juego de roles en el amplificador cascode). Con este resultado se concluye el complejo reto que suponen los amplificadores multietapa así como el buen efecto del juego de roles para despertarles el interés.

Por todo lo comentado anteriormente hemos llevado estas dos clases a FEAP, pero cambiando un poco el enfoque, dado que en esta asignatura no eran clases de repaso, sino la presentación de estos contenidos por primera vez a los estudiantes.

ROLES EN MULTIETAPA

El estudio de los amplificadores multietapa (Sedra, 2019) es el objeto de esta clase. Para efectuar este análisis con éxito son necesarias una serie de premisas (tabla 1):

Tabla 1. Premisas para el estudio de los multietapas

Premisas
Conocer los fundamentos de los transistores Bipolares BJT y MOSFET presentes en el circuito.
Entender las etapas de polarización básicas para cada tipo de transistor (punto de trabajo)
Conocer los parámetros básicos de un amplificador: ganancia, impedancia de entrada y de salida
Identificar los diferentes bloques en un amplificador multietapa.

Esta descripción nos permite entender los motivos por los que el análisis de amplificadores cascode como el que se muestra en la figura 1 resulta un difícil reto. La metodología empleada es un juego de roles en el que cada uno de los profesores que imparten la clase se identifica con un tipo de transistor y debe aplicar los conceptos del mismo para resolver el circuito combinado con éxito. Para remarcar este aspecto de los beneficios del uso combinado de ambos bloques se realiza una breve presentación sobre parejas famosas en la ciencia (figura 2), de cara a atraer la atención de los estudiantes.

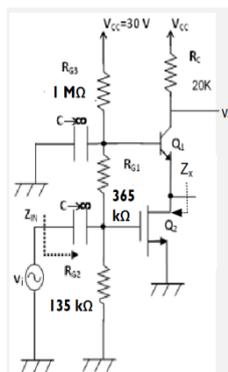


Fig. 1. Amplificador cascode



Fig. 2. Beneficios de la colaboración en la ciencia

En la metodología seguida, el ejercicio se realiza en pizarra y se escogen distintos colores de tiza para cada transistor. La forma de impartirla es la siguiente:

1. Para cada tipo de transistor, el profesor con ese rol establece las ecuaciones básicas de funcionamiento.
2. Se estudia el punto de trabajo. En esta fase se comienza a interactuar, es decir, cada profesor/transistor trata de calcular el punto de polarización con sus ecuaciones y se discute con los alumnos. Se les pregunta para que opinen que rol/transistor es que el que domina y establece la corriente de polarización y cuál es el que lo sigue. Finalmente se justifica la solución.
3. En el estudio de alterna se analiza como ambos roles colaboran. En este caso se va calculando en el bloque de cada transistor la ganancia y analizando cómo se afectan entre sí para mejorar la ganancia global. Se opera de igual modo para estimar las características de impedancia, analizando las ventajas de esta unión.

Como se muestra en la figura 3, este juego de roles permite presentar el funcionamiento global del circuito analizando las aportaciones de cada uno de los dos tipos de transistores.

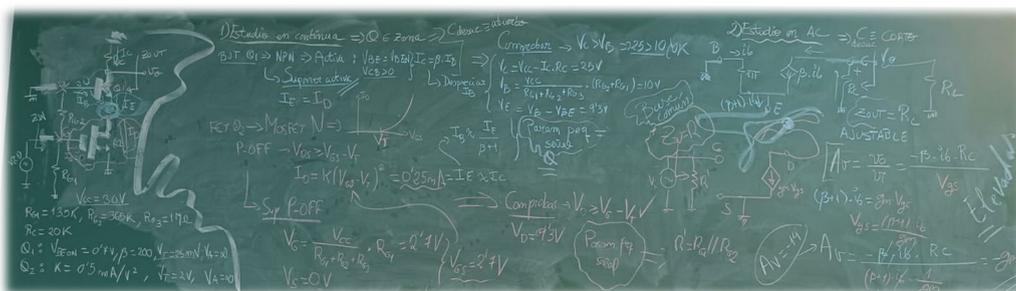


Fig. 3. Juego de roles con el amplificador cascode

DIFERENCIAL CON ARTE

El amplificador diferencial (Sedra, 2019) constituye la etapa final en la asignatura de FEAP. En este circuito se condensan todos los conceptos presentados previamente y aspectos nuevos como los modos de entrada y salida para calcular la ganancia o el rechazo al modo

común. Esto presenta gran dificultad para los estudiantes. Para afrontar el reto se trata de identificar cada una de las partes que forman el amplificador y el orden más simple para realizar el estudio completo. Los buenos resultados obtenidos en SA nos han llevado a usar en esta asignatura la presentación que emplea el arte para atraer la atención, el objetivo es generar un impacto visual que haga a los alumnos recordar cómo efectuar este estudio. La metodología empleada es:

- 1) En primer lugar, se *presenta a los alumnos un amplificador diferencial* ejemplo como el de la figura 4 y se les pregunta sobre su opinión acerca del circuito. En este punto los comentarios apuntan a la dificultad y afirman que no se sienten capaces de estudiarlo. Es necesario comentar que este circuito es más simple que el presentado en la asignatura de SA.

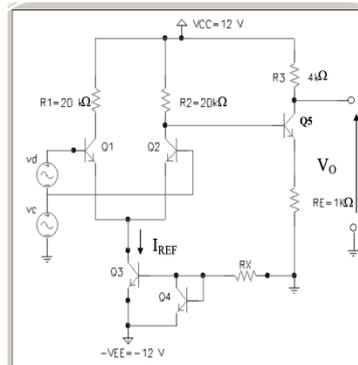
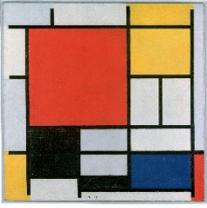
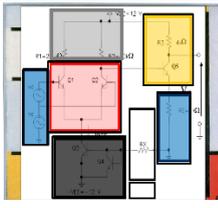


Fig. 4. Amplificador diferencial

- 2) *Análisis funcional* que consiste en analizar las distintas partes que lo forman porque cada una de ellas tiene su función. Para cambiar el estado de alerta de los estudiantes al ver el circuito y estimular su atención se presenta el arte de Mondrian (tabla 2) como herramienta de análisis, un todo formado por muchas partes. A continuación, se presenta el diferencial como un cuadro de Mondrian buscando sólo el impacto visual, sin detallar ninguna explicación.

Tabla 2. El diferencial de Mondrian

Cuadro de	Diferencial de Mondrian
	

- 3) *Descripción de cada una de las partes.* Se van señalando las partes que forman el diferencial (figura 5). En esta fase es muy importante destacar las características que tiene cada bloque y que nos permite identificarlo dentro del conjunto global. La presentación de las partes se realiza entre dos profesores que empiezan con el reto de que cada uno debe buscar los bloques y van pidiéndose el turno entre sí cada vez que identifican uno. Esto indudablemente hace la clase más amena y refuerza la idea del análisis funcional.
- 4) *Análisis detallado.* El siguiente paso es realizar el estudio del punto de polarización del circuito. Esto se sigue haciendo del mismo modo, se van estudiando cada una de las partes y se les indica el orden más adecuado para realizar el estudio. Finalmente se realiza el estudio en alterna, es decir, el análisis de las prestaciones del amplificador. De nuevo se van estudiando cada uno de los bloques, pero en este caso se insiste en cómo la combinación de todos ellos permite construir un amplificador de buenas prestaciones (figura 6).

RESULTADOS

Para valorar el impacto y efectividad de esta metodología de tutorización se han utilizado dos métodos de evaluación. El primero ha consistido en presentar una encuesta a los alumnos a través de la plataforma "Google Forms" para conocer su opinión. El segundo método empleado ha sido comparar las notas obtenidas este curso respecto al curso anterior.

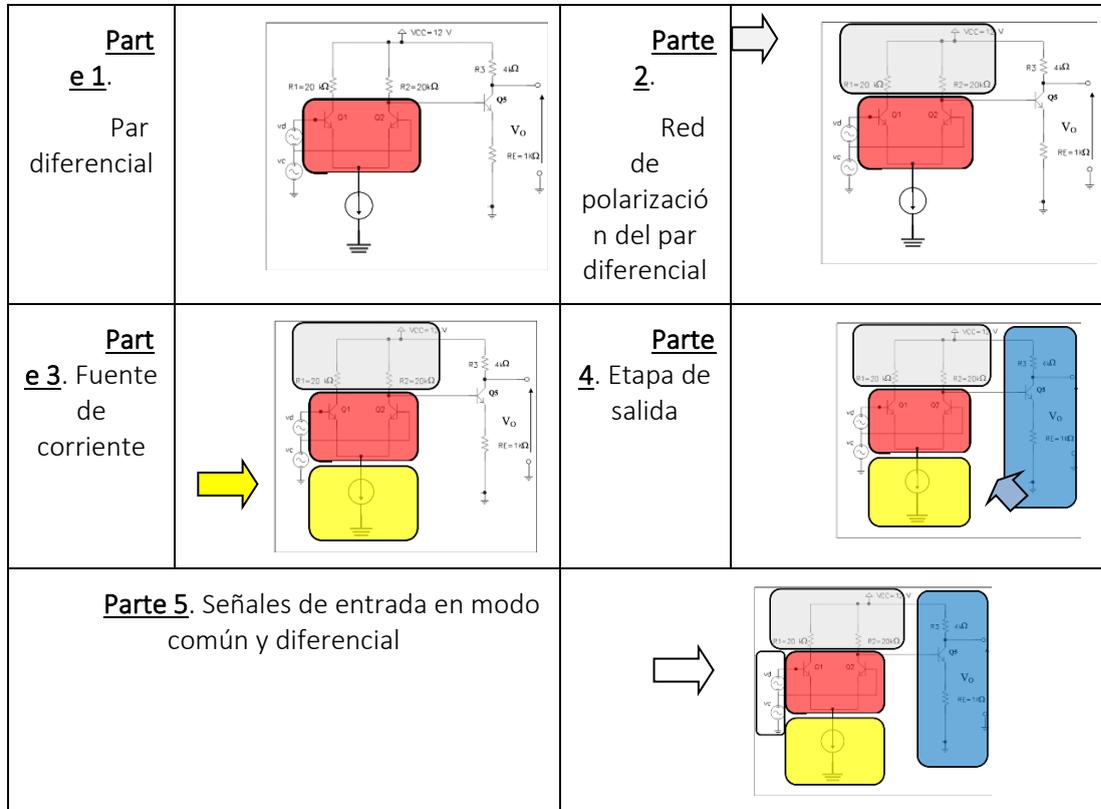


Fig. 5. Descripción de las partes del diferencial



Fig. 6. Análisis circuital del amplificador diferencial

La encuesta de opinión realizada a 11 estudiantes contaba con 5 preguntas que debían valorar en una escala de 1-5 y una sexta cuestión de tipo cualitativa (tabla 3).

Tabla 3. Preguntas de la encuesta

Enunciado
Valore cuánto sabía de transistores antes de la clase. (P1)
Valore cuánto sabía de transistores después de la clase (P2)
Valore cuánto ha mejorado este ejercicio lo que sabía sobre el análisis de continua y alterna en un multietapa. (P3)
Valore cuánto ha mejorado este ejercicio lo que sabía sobre el amplificador diferencial. (P4)
Valore el efecto de este método de buscar las diversas partes como en un Mondrian en el aprendizaje del diferencial. (P5)
Comente que le han parecido estos ejercicios, de cara a la asimilación de conceptos de esta asignatura.

En la figura 7 se aprecia cómo los alumnos creen que su conocimiento sobre transistores (P1, P2) ha mejorado mucho con la ayuda de esta clase especial, y lo mismo ocurre con el diferencial (P3). Además, indican que el uso de la estrategia de buscar las partes de un Mondrian para el diferencial tiene un buen efecto (P5). Respecto a la pregunta P6 las valoraciones han sido muy positivas, siendo algunos ejemplos de respuestas los siguientes: “Se hace más ameno y entretenido el proceso de aprendizaje”, “Ha hecho que recuerde el proceso de resolución de una forma más simple”. En cuanto a la valoración del impacto con respecto a las notas obtenidas, en la figura 8 se comparan las notas entre este curso 23/24 y el curso pasado 22/23. Estos porcentajes se calculan respecto al número de alumnos presentados que en el curso 22/23 fueron 18 y en el curso 23/24, 14 alumnos. Si bien estos números son similares, se observa que el número de suspensos ha disminuido significativamente. En el resto de las notas también se observa una mejora en el porcentaje. Si bien es verdad que el grupo no es el mismo, creemos que los resultados revelan un efecto positivo de la metodología presentada.

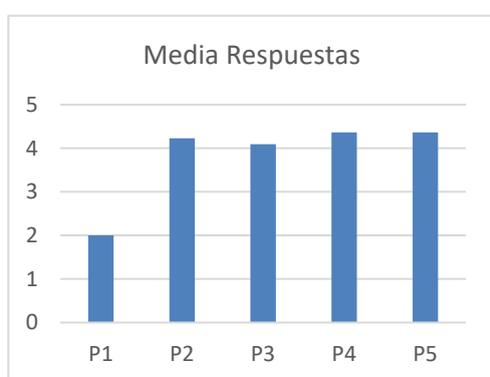


Fig. 7. Resultado de la encuesta al alumnado

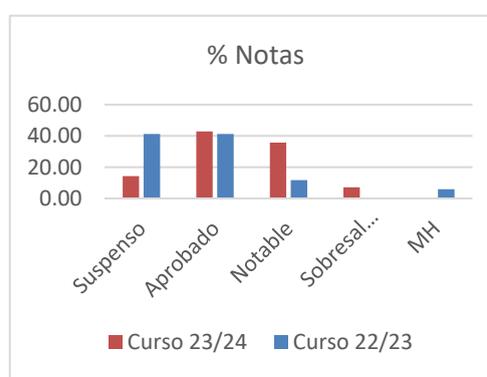


Fig. 8. Comparativa de notas

CONCLUSIONES

Este trabajo presenta una tutorización basada en la experiencia formativa de alumnos de cursos superiores y los resultados de su implantación en este curso académico. La tutorización se ha basado en una encuesta realizada a los alumnos con experiencia formativa previa que permitió identificar los conceptos más difíciles de asimilar y los tipos de clases que consideraban más efectivos para su aprendizaje. La implantación de estas clases en este curso académico ha arrojado conclusiones muy significativas. En primer lugar, desde el punto de vista del equipo docente, esta experiencia ha sido muy enriquecedora para evaluar el impacto de diferentes enfoques de enseñanza en la estimulación y aprendizaje de los alumnos. Se puede concluir que los estudiantes responden positivamente a estas técnicas, como se refleja en los resultados de la encuesta y de las notas obtenidas. La introducción de clases con elementos innovadores ha demostrado ser eficaz para estimular el aprendizaje y mejorar la comprensión de conceptos complejos. Además, a lo largo del desarrollo de la asignatura, se ha observado que los alumnos mostraron una mayor facilidad para seguir el curso.

En resumen, tras los resultados obtenidos, creemos que la tutorización basada en la experiencia y la implementación de metodologías innovadoras han demostrado ser estrategias efectivas para mejorar el aprendizaje y el rendimiento académico en el contexto de la asignatura presentada. Estas conclusiones respaldan la importancia de continuar explorando enfoques pedagógicos innovadores en la educación universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el grupo de investigación DIANA (TIC-

171) del Plan Andaluz de I+D+I (PAIDI) a través del proyecto TIC-171-G-FEDER del II Plan Propio de Investigación, Transferencia y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga; así como por el proyecto de Innovación Educativa PIE22-163 (Tutorización y orientación profesional en el Grado de Ingeniería de Sistemas Electrónicos) de la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS

Amorós, M. J. H., y Solano, M. E. U. (2021). *Una propuesta de tutoría continuista basada en la experiencia*. En El programa de Acción Tutorial de la Universidad de Alicante: Nuevos retos en la atención al alumnado (pp. 45-60). Instituto de Ciencias de la Educación.

Díaz, M. (2009). *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientaciones para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación superior* (Vol. 1a, 2a rei). Madrid: Alianza.

Peña Martín, J. P., González Parada, E., García Berdonés, C., & Pérez Rodríguez, E. J. (2015). Proyecto de orientación y monitorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería. In *Actas del 23 Congreso Universitario de la Innovación Educativa en la Enseñanzas Técnicas (CUIEET)* (pp. 383–396). Valencia, 2015.

Ruiz-García, M., Galeas-Merchán J.M., García-Berdónés, C., (2023, 19-21 julio), "*Escalando la muralla de los subsistemas analógicos*", XXX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Cartagena

Sedra, A., y Smith, K. (2019). *Microelectronic Circuits*. Oxford.

EMID O10 Cooperación entre España y Colombia en el uso docente de teléfonos inteligentes para la enseñanza de la Física

Rafael Seiz Ortiz^a, Ángela Barrera Puerto^b, Juan Carlos Castro Palacio^c, Pedro Fernández de Córdoba^d, Juan A. Monsoriu Serra^e

^aUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Diseño Industrial, rseiz@idm.upv.es, ^bUniversidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, ancbarrerapu@unal.edu.co, ^cUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Diseño Industrial, juancas@upvnet.upv.es, ^dUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, pfernandez@mat.upv.es, ^eUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Diseño Industrial, jmonsori@fis.upv.es.

Abstract

Smartphones, through their sensors, can become true mobile laboratories for practical learning of Physics concepts. Based on a cooperation and research project following this pedagogical approach and led by the Universitat Politècnica de València, this study presents the application of this educational innovation to the Colombian educational context, mainly at the University of Magdalena, the National University of Colombia and the Colombian Association of Engineering Faculties.

Keywords: active methodologies, smartphones, Physics teaching, international cooperation.

Resumen

Los teléfonos inteligentes, a través de sus sensores, pueden convertirse en verdaderos laboratorios móviles para el aprendizaje práctico de conceptos físicos. A partir de un proyecto de cooperación e investigación basado en este enfoque pedagógico y liderado por la Universitat Politècnica de València, este trabajo presenta la aplicación de dicha innovación educativa al contexto educativo colombiano, principalmente en la Universidad del Magdalena, la Universidad Nacional de Colombia y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Palabras clave: metodologías activas, teléfonos inteligentes, enseñanza de la Física, cooperación internacional.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La innovación educativa presentada en este trabajo se basa en el uso de teléfonos móviles inteligentes (*smartphones*) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en Colombia. Los teléfonos inteligentes representan una alternativa de bajo coste, moderna, fácil de usar y muy motivadora para el alumnado, frente a los instrumentos tradicionales utilizados de forma generalizada en las prácticas de laboratorio de las asignaturas universitarias de Física. El objetivo en esta investigación es la transferencia de los resultados al contexto educativo colombiano (Universidad del Magdalena, Universidad Nacional de Colombia y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI). Tras desarrollar un análisis curricular de la enseñanza de la Física experimental para las universidades colombianas y proponer un rediseño curricular que incorpore metodologías activas, como el CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar y Operar) y el Aprendizaje Basado en Proyectos, se pretende fomentar la investigación y el desarrollo de innovaciones de bajo coste basadas en los sensores de teléfonos inteligentes, así como la transferencia a escuelas y colegios colombianos, con talleres de transferencia tecnológica y metodológica, presenciales, virtuales y/o híbridos que hagan uso

del ecosistema de sedes digitales de las universidades de ese país.

Los actuales teléfonos inteligentes incorporan una gran variedad de sensores, que los convierte en dispositivos portátiles muy versátiles, amenos y atractivos para el desarrollo de innovaciones docentes muy motivadoras. Estos teléfonos inteligentes se pueden considerar verdaderos laboratorios docentes de Física de bolsillo, dada la portabilidad, conectividad y precisión de sus sensores, cuando estos se usan como instrumentos de medición. Un teléfono inteligente o *smartphone* puede integrar una amplia gama de sensores, cuyas precisiones permiten su uso como instrumento de medición en laboratorios docentes de Física. Por otra parte, existe una serie de aplicaciones para móviles gratuitas, que, a su vez, permiten la interacción con dichos sensores, entre las que destaca *Physics Tool Box Sensor Suite*, una de las más populares, disponible en Google Store.

Las propuestas docentes basadas en esta idea innovadora plantean que el alumnado utilice su propio teléfono como instrumento de medición, donde los sensores son controlados mediante aplicaciones gratuitas para móviles. La idea no es exactamente buscar la precisión, sino que, más bien, se pretende que los alumnos puedan interpretar los fenómenos físicos de una forma más clara, directa e inmediata [4]. Las aplicaciones móviles disponibles permiten normalmente visualizar los datos medidos en tiempo real o exportarlos a ficheros para su análisis posterior.

Los teléfonos inteligentes representan una tecnología innovadora con un claro impacto social. Por ello, son una herramienta valiosa para posibilitar un mayor acceso a la tecnología en grupos menos favorecidos, como comunidades indígenas de Colombia.

Proyecto de cooperación con Colombia

La presente innovación educativa parte de un proyecto de investigación-cooperación, dentro del marco del programa ADSIDEO del Centro de Cooperación al Desarrollo de la UPV, cuyo título es “Fomento de la creatividad y la innovación en el aula usando los sensores de los teléfonos inteligentes: propuesta de rediseño curricular de la enseñanza de la física experimental en las facultades de ingeniería de universidades colombianas a partir de la aplicación de la metodología CDIO y el aprendizaje basado en proyectos con impacto social”. Claramente alineado con la innovación educativa, el objetivo general del proyecto es desarrollar una propuesta de rediseño curricular para los cursos de física experimental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena y la cooperación en red con la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), a partir de la implementación de la metodología CDIO y el Aprendizaje Basado en Proyectos que incorporen los sensores de los teléfonos inteligentes y la transferencia de experiencias a estudiantes de escuelas y colegios en Colombia.

Este proyecto tiene seis objetivos específicos: (1) Analizar el micro currículo de los cursos de Física para ingenieros en la Universidad del Magdalena y comparar con otro grupo de universidades pertenecientes a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI; (2) Rediseñar las prácticas de laboratorio de Física, incorporando los sensores de los teléfonos inteligentes como instrumentos de medición y manteniendo los objetivos de aprendizaje de las prácticas tradicionales; (3) Rediseñar la documentación docente asociada a las prácticas de laboratorio, consistente en guiones de prácticas y guías metodológicas para el alumnado y profesorado, incorporando los principios de la metodología CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar y Operar) y el Aprendizaje Basado en Proyectos; (4) Desarrollar un curso virtual tipo MOOC que agrupe el conjunto de prácticas de laboratorio de Física con teléfonos inteligentes; (5) Desarrollar talleres de apropiación metodológica y tecnológica presenciales, virtuales y/o híbridos, que permitan desarrollar experiencias de enseñanza y aprendizaje en diferentes facultades de ingeniería, así como replicarlas en escuelas y colegios a partir de los proyectos desarrollados en entornos universitarios; y (6) Evaluar la efectividad de la propuesta de rediseño curricular desarrollada en el marco del proyecto.

Este proyecto se relaciona directamente con tres objetivos de desarrollo sostenible (ODS): el ODS 4 (Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos), el ODS 10 (Reducir la desigualdad en y entre los países), y el ODS 17 (Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se configuran como un habilitador horizontal y transversal a todos los ODS.

Antecedentes de la innovación

Los primeros ejemplos de uso docente de teléfonos móviles en el ámbito que nos ocupa son relativamente recientes [6]. En 2012 se crea la sección *iPhysicsLabs* en la revista *The Physics Teacher*, dedicada específicamente a la publicación de innovaciones docentes con teléfonos móviles inteligentes. Se han publicado, desde entonces, más de 150 artículos sobre el uso de los sensores de los teléfonos inteligentes como instrumentos de medición, en diversas publicaciones emblemáticas.

Los sensores más comunes en un teléfono inteligente se han utilizado, de forma individual o combinada, para el estudio y la docencia. Entre los muchos ejemplos, se puede mencionar el acelerómetro, para el estudio del movimiento armónico libre y amortiguado de un muelle [2] de los modos de vibración en osciladores acoplados [1] y del batido mecánico [3]. O también, entre muchos otros, el giróscopo, en combinación con el acelerómetro, se puede usar para estudiar la conservación del momento angular, la energía de rotación en un péndulo físico o la relación entre la velocidad angular y la aceleración centrípeta. Los sensores se han usado también de manera combinada para estudiar un mismo fenómeno [5].

El equipo de la UPV participante en el proyecto se encuentra entre los grupos pioneros, a nivel internacional, en lo que respecta al desarrollo de innovaciones docentes de laboratorio haciendo uso de los sensores de los teléfonos inteligentes como instrumentos de medición. Gran parte de los resultados obtenidos por el equipo de la UPV se puede encontrar en el portal de divulgación científica “SmartPhysics” (<http://smartphysics.webs.upv.es>).

METODOLOGÍA

El proyecto de investigación-cooperación que da lugar a la innovación docente presentada se concibió para su desarrollo en 2 años, a partir de comienzos del 2023.

En una primera etapa, tras una revisión exhaustiva de la bibliografía sobre innovaciones docentes relacionadas con el laboratorio de Física y los móviles como instrumentos de medición, se efectuó un análisis de los programas de las asignaturas de Física en las facultades de ingeniería de las universidades colombianas, así como una campaña de donación, sensibilización y recogida de teléfonos inteligentes entre el profesorado y alumnado de la Universitat Politècnica de Valencia y la Universidad del Magdalena.

En una segunda etapa del proyecto se realizaron investigaciones curriculares para conocer el entorno educativo y llevar a cabo el diseño de las nuevas prácticas. Es necesario conocer el contexto educativo local de Colombia, para fundamentar adecuadamente el diseño de las innovaciones docentes del laboratorio de Física, y para que estas se adapten a los currículos actuales en las universidades implicadas.

La metodología incluyó la recopilación de información relevante para el proyecto, la investigación cualitativa y cuantitativa, para conocer el impacto que han tenido las medidas asociadas a la pandemia del COVID-19 en el desarrollo de los diferentes cursos de laboratorio de Física y en el aprendizaje del alumnado, la realización de entrevistas y encuestas al alumnado y al profesorado de los departamentos de Física, para conocer sus expectativas en relación con el objetivo general de la experiencia. Nos basamos también en el criterio experto del profesorado, tanto de la UPV como de las universidades colombianas, con experiencia en laboratorios docentes de Física.

Al diseño de las nuevas prácticas de laboratorio le siguió el montaje de estas y la comprobación experimental de su correcto funcionamiento. También se diseñaron los guiones de las prácticas de laboratorio y las guías metodológicas para alumnado y profesorado. Adicionalmente, aprovechando la experiencia del equipo de la UPV, se diseñó un curso virtual tipo MOOC para complementar las nuevas prácticas desarrolladas en el marco del proyecto.

La tercera fase del proyecto incluyó el desarrollo de talleres para alumnado y el profesorado, con el objetivo de proporcionar la formación mínima necesaria para el desarrollo óptimo de las prácticas innovadoras.

En la etapa final del proyecto, se pretende realizar una primera evaluación de la consecución de los objetivos a través de los resultados obtenidos, incluyendo un análisis comparativo entre los últimos cursos utilizando las prácticas de laboratorio tradicionales, con los meses de prueba piloto implementando la innovación docente con teléfonos inteligentes.

RESULTADOS

Los resultados del presente proyecto de innovación educativa se pueden clasificar en 4 grandes grupos: (1) desarrollo de material docente para las clases de laboratorio de Física utilizando teléfonos inteligentes; (2) transferencia de conocimientos; (3) desarrollo humano y sostenible; y (4) lucha contra la pobreza y la desigualdad.

En lo que respecta al primer grupo de resultados, se ha diseñado un total de 10 unidades didácticas consistentes en prácticas de laboratorio de Física que utilizan los sensores de los teléfonos inteligentes para el aprendizaje de conceptos físicos. La Figura 1 muestra la página de inicio de una web desarrollada en la UPV para la difusión de esta iniciativa de innovación docente. En la Figura 2 se presenta una ficha resumen de una de ellas, que utiliza el sensor de aceleración para estudiar el movimiento circular uniforme.



Fig. 1. Portal web de "SmartPhysycs"

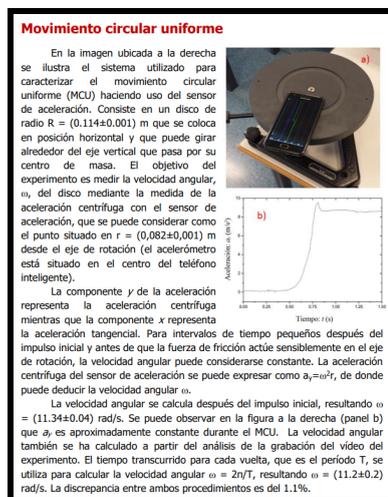


Fig. 2. Práctica "Movimiento Circular Uniforme"

En relación con la transferencia de conocimientos, un componente crucial en el

proyecto, el conocimiento acumulado por el equipo de la UPV en el desarrollo de innovaciones docentes de laboratorio, haciendo uso de los sensores de los móviles como instrumentos de medición, es el principal valor que se transfiere a las universidades colombianas y sus facultades de ingeniería.

En lo que respecta al desarrollo humano y sostenible, los resultados son los siguientes: Optimización de las herramientas tecnológicas al alcance de los estudiantes para su mejora académica; Implementación de un sistema de bajo coste como dispositivo complementario de aprendizaje; Empleo de innovaciones educativas fácilmente escalables a contextos externos a la universidad (por ejemplo, entornos rurales); y Mejora en la formación del estudiantado.

Por último, los resultados relacionados con la lucha contra la pobreza y la desigualdad son el acceso equitativo de material para todo el alumnado, sin que se vea comprometida su educación, y las consideraciones de accesibilidad incluidas en el diseño de las prácticas a fin de que los estudiantes con algún tipo de diversidad funcional puedan realizar el seguimiento de estas de forma pedagógicamente eficiente.

Esta experiencia de innovación docente tiene el apoyo y compromiso de continuidad de la Universidad del Magdalena, la Universidad Nacional de Colombia y el trabajo en red con ACOFI, garantizándose así su escalabilidad y aplicabilidad a diferentes facultades de ingeniería de universidades colombianas, lo cual fortalecerá la retroalimentación de la experiencia.

Se trata de un proyecto abierto y gratuito, que fomenta la creatividad y la innovación y el aprendizaje en áreas STEM, contribuyendo así a la mejora de la calidad formativa en el ámbito de las enseñanzas técnicas.

CONCLUSIONES

Los teléfonos móviles inteligentes contienen una cantidad de sensores que los convierten en verdaderas herramientas portátiles para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos de Física, y pueden ser usados en las prácticas de laboratorio de esa materia. Este enfoque pedagógico representa una innovación educativa que conlleva una serie de ventajas muy relevantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, como son: aumento de la motivación en el alumnado, facilidad de uso, bajo coste, portabilidad, aprendizaje experimental, entre otras.

En este trabajo se ha presentado una experiencia innovadora basada en un proyecto de cooperación educativa entre España y Colombia basada en el uso de teléfonos inteligentes para el aprendizaje experimental de la Física. Los resultados del proyecto se pueden extrapolar a otros niveles educativos, como la enseñanza secundaria, y a otros contextos educativos, como el aprendizaje en zonas más desfavorecidas desde el punto de vista de la educación. Por ello, se pretende aplicar esta experiencia a entornos educativos diversos en futuros proyectos, para contribuir a la mejora de la enseñanza práctica de la Física a nivel más global.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen al Centro de Cooperación al Desarrollo de la Universitat Politècnica de València por la concesión del proyecto en el cual se basa esta innovación, el Proyecto ADSIDEO-COOPERACIÓN 2022 denominado “Fomento de la creatividad y la innovación en el aula usando los sensores de los teléfonos inteligentes: propuesta de rediseño curricular de la enseñanza de la física experimental en las facultades de ingeniería de universidades colombianas a partir de la aplicación de la metodología CDIO y el aprendizaje basado en proyectos con impacto social”.

REFERENCIAS

[1] Castro Palacio, J.C., Velázquez Abad, L., Giménez, F. y Monsoriu, J.A. (2013). “A quantitative analysis of coupled oscillations using mobile accelerometer sensors”. *European Journal of Physics Education* 34, pp. 737-744.

[2] Castro Palacio, J.C., Velázquez Abad, L., Giménez, F. y Monsoriu, J.A. (2013). "Using a mobile phone acceleration sensor in physics experiments on free and damped harmonic oscillations". *American Journal of Physics Education* 81, pp. 472-475.

[3] Giménez, M.H., Salinas, I. y Monsoriu, J.A. (2017). "Direct Visualization of Mechanical Beats by means of an Oscillating Smartphone", *The Physics Teacher* 55, 424-425.

[4] Hochberg, K., Kuhn, J. y Müller, A. (2018). "Using smartphones as experimental tools—effects on interest, curiosity, and learning in physics education", *Journal of Science Education and Technology* 27, pp. 385-403.

[5] Monteiro, M., Stari, C., Cabeza, C. y Marti, A.C. (2019). "Sensors based on micromechanical devices: mobile labs at the service of experimental science teaching", *arXiv preprint arXiv:1901.05079*.

[6] Van Domelen, D. (2007). "Teaching light polarization with cell phones", *The Physics Teacher* 45, pp. 469-469.

EMID O11 Incorporación de la segunda lengua extranjera en la Ingeniería Gráfica.

Isabel Seguí Verdú^a, Larisa Dunai^b

^aDep. Ingeniería Gráfica. Universitat Politècnica de València. issever@doctor.upv.es ^bDep. Ingeniería Gráfica. Universitat Politècnica de València. ladu@upv.es

Abstract

It is of utmost importance that students who specialise in industrial engineering and, specifically, take the subject of Graphic Engineering are trained in diverse skills, including mastery of a secondary foreign language, to improve their competitiveness in the globalised market. Where mastery of the English language is indisputable, this additional linguistic skill must be acquired while continuing to focus on the educational objectives of the subject of Graphic Engineering. Acquiring language skills in a second foreign language ensures equality with those in other European countries, facilitates access to many international employment prospects, and allows participation in international collaborative ventures. The main objective of this document is to underline the fundamental importance of linguistic proficiency and, at the same time, maintain a firm focus on the pedagogical content of the discipline, emphasising the practical aspects of student learning. Incorporating these linguistic competencies has generated substantial benefits for students and teachers, although it has required an effort for everyone. This study is expected to promote the implementation of a second foreign language in graphic engineering training.

Keywords: Graphic Engineering, Foreign Language Learning, English as a Medium of Instruction, Motivation.

Resumen

Es de suma importancia que los estudiantes que se especializan en ingeniería industrial y en concreto, cursen la asignatura de Ingeniería gráfica, estén formados en un conjunto diverso de competencias, incluido el dominio de un idioma extranjero secundario, para mejorar su competitividad en el mercado globalizado donde el dominio del idioma inglés es indiscutible. Es crucial que esta habilidad lingüística adicional se adquiera sin dejar de centrarse en los objetivos educativos de la asignatura de la Ingeniería Gráfica. La adquisición de habilidades lingüísticas en un segundo idioma extranjero no solo garantiza la igualdad con las de otros países europeos, sino que también facilita el acceso a una gran cantidad de perspectivas de empleo internacionales y permite la participación en empresas de colaboración internacionales. El objetivo principal de este documento es subrayar la importancia fundamental del dominio lingüístico y, al mismo tiempo, mantener un enfoque firme en el contenido pedagógico de la disciplina, haciendo hincapié en los aspectos prácticos del aprendizaje de los estudiantes. La incorporación de estas competencias lingüísticas ha generado beneficios sustanciales tanto para los estudiantes como para los profesores, aunque ha requerido un esfuerzo para todos. Se espera que este estudio, fomente la implantación de la segunda lengua extranjera en la formación de la Ingeniería gráfica.

Palabras clave: Ingeniería gráfica, Aprendizaje em una segunda lengua, inglés como medio de aprendizaje, Motivación.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La enseñanza de la representación gráfica en ingeniería desempeña un papel crucial en la mejora de las habilidades de los estudiantes en los ámbitos visual y espacial. Estas competencias son vitales para la comprensión y la representación precisa de las ideas, los

planos y los esquemas en el ámbito de la ingeniería. Sin embargo, la visualización espacial resulta ser una habilidad desafiante para ciertos estudiantes, por lo que se necesitan enfoques innovadores para mejorar su comprensión y aplicación (Saeed et al., 2017) (Sorby et al., 2020).

Un método para abordar este obstáculo es utilizar tecnologías de visualización avanzadas, como la realidad virtual y aumentada. Estas herramientas ofrecen a los estudiantes una visión más profunda de los conceptos espaciales y una visualización más clara de los esquemas y diseños de ingeniería. La utilización de la realidad virtual y aumentada sería una técnica que permitiría perfeccionar dichas capacidades espaciales de los estudiantes de ingeniería, pero estos recursos tienen un precio elevado no asequible en este momento para todo el alumnado de la Escuela en primero de la Escuela de Tecnologías Industriales de la Universitat Politècnica y sólo se puede hacer uso en cursos superiores de dicha tecnología. Es por ello, que, para la formación del alumnado del curso de primero, esta tecnología no era factible utilizarla.

En este sentido, el presente artículo se iba a centrar en la parte práctica de laboratorio de la asignatura, en donde el uso de programas de diseño como herramientas de modelado 3D, proporcionan a los estudiantes la oportunidad de crear modelos tridimensionales de las piezas y visualizar su funcionamiento mediante planos de corte, etc. Esta experiencia, aunque no llega a ser como la realidad virtual, sí les proporciona una comprensión profunda de la geometría y el comportamiento de las piezas, mejorando su capacidad visual. Se decidió no utilizar la metodología basada en proyectos como en otras asignaturas cursadas en el departamento (Larisa Dunai Dunai et al., 2023) (Larisa Dunai Dunai et al., 2017) en donde se realizaron trabajos basados en Aprendizaje basado en proyectos.

METODOLOGÍA

A la hora de realizar el aprendizaje se ha tenido en consideración los siguientes puntos en la realización de las prácticas:

Material de Aprendizaje: el material de aprendizaje se encontraba todo en inglés revisado y utilizando un vocabulario técnico correcto. Además, las versiones de las aplicaciones software utilizadas durante las prácticas para mejorar la visión espacial se encontraban tanto en inglés como en Castellano para que los alumnos pudieran utilizarlo inicialmente en ambos idiomas. La inclusión de software de diseño asistido por ordenador en el proceso de enseñanza para mejorar la conceptualización de las piezas en 3D utilizando AutoCAD© y Autodesk Inventor© permitiría a los estudiantes aplicar conceptos teóricos a la práctica, creando modelos de piezas detallados. En otros estudios como en el artículo publicado por (Zafar et al., 2019) se puede observar la efectividad de estos programas y su utilización en el modelo industrial

Vocabulario: las clases de teoría se iban a realizando en paralelo a las sesiones prácticas, pero aun así, en caso de introducirse vocabulario nuevo, éste se iba explicando a la vez que el temario utilizando y basándose en las aplicaciones de Software utilizadas durante las prácticas (Figura 1 y Figura 2).



Fig. 1. Ejemplo de Vocabulario previo a la explicación de tipo de línea.

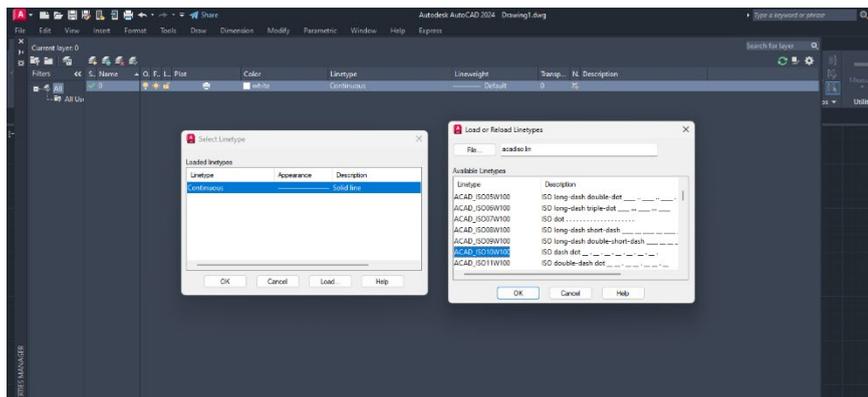


Fig. 2. Ventana del Software de Autocad donde se visualizan las opciones y el vocabulario previamente explicado.

- Software utilizado en las aulas: las aulas disponían de acceso internet con posibilidad de usar Chat GPT, traductores, etc. así como los Software utilizados Autodesk Inventor 2024 © y Autodesk Autocad 2024 © tanto en castellano como en inglés en donde se puede apreciar que los menús y opciones de dichas aplicaciones facilitaban el aprendizaje de comandos básicos y vocabulario (Figura 3 y 4) así como el seguimiento de las clases.

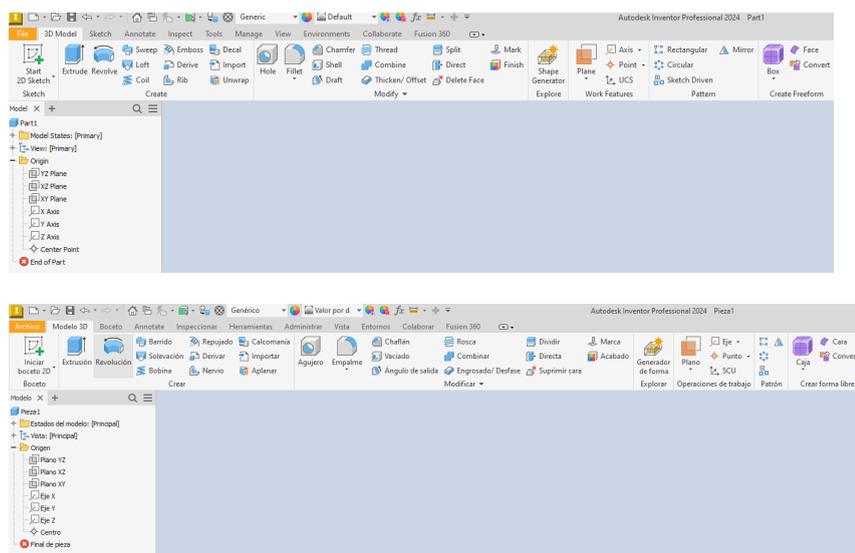


Fig. 3. Ejemplo de Software Autodesk Inventor 2024© en inglés y castellano.

- Dudas y consultas: inicialmente, dependiendo del nivel de inglés de cada alumno, la primera sesión se inició con muchas consultas lanzadas en castellano a las que siempre eran contestadas en inglés. Según fueron evolucionando las siguientes sesiones de prácticas, el alumnado cada vez realizaba las consultas en el idioma inglés con mayor asiduidad.

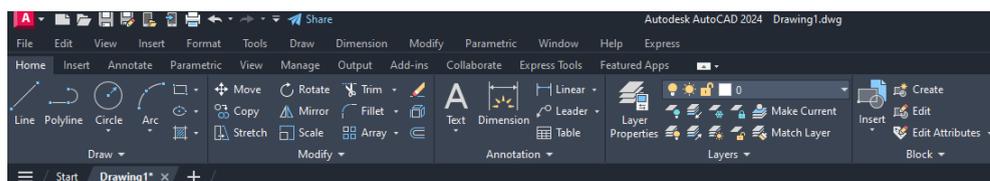




Fig. 4. Ejemplo de Software Autodesk Autocad 2024© en inglés y castellano.

- Adaptación al segundo idioma: pese a que el alumno había seleccionado el modelo de enseñanza en inglés, los alumnos no habían asimilado que toda la enseñanza iba a realizarse en dicho idioma. Inicialmente, incluso eran reacios parte de ellos a dicha formación y realizaron el cambio de grupo tras los primeros días. Una vez estabilizado el grupo, los alumnos que siguieron asumiendo su aprendizaje en inglés, era un grupo motivado e interesado en el aprendizaje de sus conocimientos técnicos y la lengua pasó a ser un problema o un reto menor para ellos, según fueron pasando las sesiones y su participación en clase en el segundo idioma, cada vez era mayor.

- Material de apoyo: la Universitat Politècnica de València (UPV) ha puesto a disposición del profesorado la herramienta Wooclap© (Catalina-García & Carmen, 2022) integrada con la plataforma de aprendizaje desarrollada en la UPV (Poliformat). Mediante la utilización de dicha herramienta se han realizado en las diferentes sesiones, diferentes pruebas, con preguntas de diferente tipología con el fin de reforzar el conocimiento, aprender jugando, motivar, así como conseguir realizar un seguimiento, de si el conocimiento en castellano e inglés iba evolucionando en paralelo para el alumnado de los diferentes grupos y poder realizar así un seguimiento del aprendizaje en inglés.

- Evaluación práctica: se realizaron 3 ejercicios entregables en las prácticas en la cual con los enunciados y ejercicios guiados en los dos primeros y libre en el último, pero con pautas, se debían crear piezas en 3D por medio del software utilizado.

RESULTADOS

A la hora de realizar una valoración en la parte práctica de la asignatura, ésta se realiza por medio de entregables en el primer parcial y un examen en el segundo parcial de la parte práctica.

Analizando y comparando los datos en el aprendizaje entre el grupo en inglés y el grupo en castellano en base a su evaluación objetiva por los entregables, puede observar que en el primer entregable, el grupo de inglés obtuvo mayor puntuación, no siendo así en los dos siguientes ejercicios (Figura 5). Pese a ello, la diferencia entre ambos grupos y promedio entra dentro de la desviación estándar de cualquier evaluación.

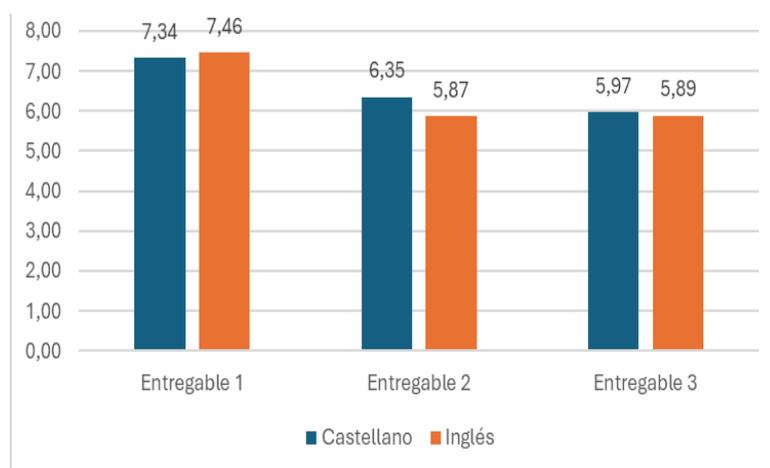


Fig. 5. Comparativa de la nota objetiva de entregables en los idiomas

Por otra parte, durante las diferentes sesiones se realizaron diversas pruebas de refuerzo con la herramienta Wooclap y en las Figuras 6 y 7 se muestran algunas preguntas de dichos test.

Create a Multiple Choice Question
Enter the question you want to ask your audience

Indicates whether the following statement is true or false. In Autodesk Inventor, the "Create Hole" command allows you to define holes with predefined values or specify custom dimensions.

Answers
Enter the answers and pick at least one correct answer

True

False

Fig.6. Multiple Choice relacionada con Autodesk © Inventor.

Create a Multiple Choice Question
Enter the question you want to ask your audience

What is the function of the "OFFSET" command in AutoCAD?

Answers
Enter the answers and pick at least one correct answer

Create symmetrical copies of objects.

Copy and move a line parallel to itself.

Divide a line into equal segments.

Join two lines forming a right angle.

Fig.7. Multiple Choice relacionada con Autodesk © Autocad.

Comparando los resultados de estas pruebas de 5 minutos de duración, realizados al inicio de la clase siguiente para realizar preguntas de refuerzo de la clase anterior en modo "competición" entre alumnos, se observan los siguientes resultados:

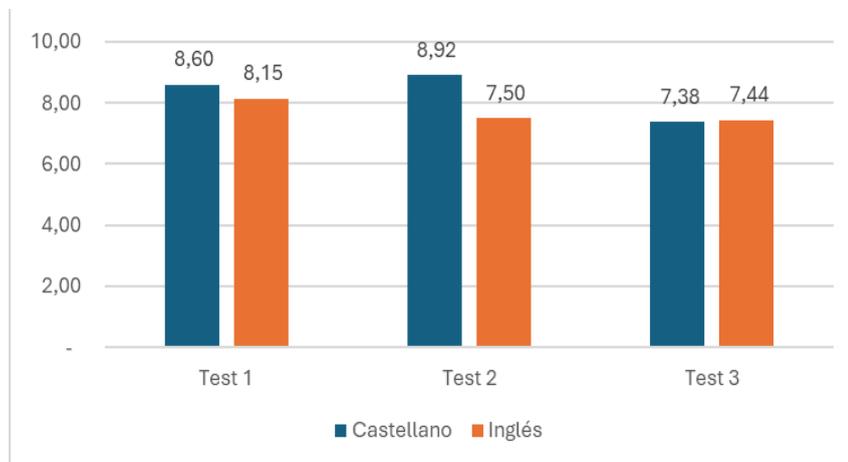


Fig.7. Multiple Choice relacionada con Autodesk © Autocad.

Excepto en la sesión 3 que se realizó la prueba de la sesión 2 y se pudo observar que había un pequeño problema en el conocimiento del alumnado, no se aprecian diferencias significativas. El apoyo en esta herramienta comercial, que ofrece on-line los resultados y reporte permitió modificar in situ la sesión, haciendo un refuerzo en el conocimiento de la sesión 2 que permitió que el grupo en el idioma inglés, superar ligeramente al grupo en castellano en la siguiente sesión.

Ahora bien, si bien, no ha supuesto el uso de esa herramienta comercial Wooclap un refuerzo importante en el aprendizaje de la Ingeniería gráfica, sí nos ha permitido un conocimiento de la evolución del alumnado y una técnica que permitía iniciar de un modo diferente y más motivador las clases.

CONCLUSIONES

La enseñanza de la expresión gráfica en ingeniería implica algo más que ayudar a los estudiantes a comprender los conceptos y representar los diseños con precisión; también implica fomentar la creatividad y la originalidad en su trayectoria educativa. Es fundamental alentar a los estudiantes no solo a dominar las habilidades técnicas, sino también a estimular su pensamiento innovador y la exploración de ideas novedosas en materia de visualización espacial. La tarea de impartir conocimientos sobre la visión espacial, especialmente en un idioma como el inglés, cuya jerga técnica especializada puede resultar desconocida para los estudiantes, ha supuesto un esfuerzo considerable en el aula. Este esfuerzo abarca no solo la creación de materiales y contenidos personalizados, sino también garantizar que el proceso de aprendizaje no se vea obstaculizado por la naturaleza técnica de la materia. Se puede deducir que los desafíos asociados con la educación técnica se mitigan cuando el curso incluye un componente práctico bien estructurado, complementado con materiales y recursos técnicos que se adaptan a las diversas necesidades lingüísticas.

En conclusión, la fusión de enfoques de aprendizaje activo con el desarrollo de habilidades específicas en representación gráfica y modelado tridimensional tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes de ingeniería un recorrido educativo integral, mejorando su capacidad para conceptualizar los elementos de ingeniería de manera significativa. Además, la participación en este tipo de prácticas educativas en un idioma secundario puede prepararlos mejor para participar en proyectos globales sin llegar a suponer un esfuerzo enorme para el alumnado ni una merma directa en su nota promedio.

REFERENCIAS

- Catalina-García, B., & Carmen, del. (2022). Innovación y herramientas hi-tech en la docencia del periodismo. El caso de Wooclap. *Doxa. Comunicación/Doxa. Comunicación*, 19–32. <https://doi.org/10.31921/doxacom.n34a1141>
- Larisa Dunai Dunai, Antonino, A., Sava, L., & Pedro Fuentes Dura. (2023). Experiences on Project Based Learning Education. <https://doi.org/10.1109/icelie58531.2023.10313096>
- Larisa Dunai Dunai, Ismael Lengua Lengua, & Guillermo Peris Fajarnes. (2017). Improving skills with project based learning in engineering. *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*. <https://doi.org/10.1109/iecon.2017.8216682>
- Saeed, A., Foad, L., & Fattouh, L. (2017). Techniques used to Improve Spatial Visualization Skills of Students in Engineering Graphics Course: A Survey. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(3). <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2017.080315>
- Sorby, S. A., Drummer, T. D., Kedmon Hungwe, & Charlesworth, P. (2020). Developing 3 D Spatial Visualization Skills For Non Engineering Students. <https://doi.org/10.18260/1-2--15370>
- Zafar, A., Nasritdinova Umida, & Khamraeva Shakhnoza. (2019). Modeling dynamic operation of mechanisms in Autodesk Inventor Professional 11. *2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*. <https://doi.org/10.1109/icisct47635.2019.9011865>

EMID O12 Realidad Extendida para Android y Hololens con fines docentes en Ingeniería Mecánica

Valentin Gomez-Jauregui^a, José-Andrés Díaz-Severiano^b, Sara Martínez-González^c, y Francisco-Javier Azcondo-San-Segundo^c

^aUniversidad de Cantabria, Grupo de Investigación InGraStrUC, Santander, gomezjv@unican.es, ^bUniversidad de Cantabria, Grupo de Investigación InGraStrUC, Santander, diazja@unican.es, y ^cUniversidad de Cantabria, Santander

Abstract

This study investigates the use of Extended Reality (XR) in Mechanical Engineering education. Two versions of an RX application were evaluated to understand the operation of a speed reducer system: one for Android devices and another for Hololens 2. Although the results were mostly positive, with a slight preference for Hololens due to its perceived effectiveness and comfort, the limitation of the sample size (12 students) compared to the total student population is acknowledged. The need for further research with more representative samples to validate and expand these preliminary findings is emphasized.

Keywords: Extended Reality, Augmented Reality, Engineering, Android, Hololens

Resumen

Este estudio investiga el uso de la Realidad Extendida (RX) en la enseñanza de Ingeniería Mecánica. Se evaluaron dos versiones de una aplicación de RX para comprender el funcionamiento de un sistema reductor de velocidad: una para dispositivos Android y otra para Hololens 2. Aunque los resultados fueron mayormente positivos, con una leve preferencia por Hololens debido a su eficacia y comodidad percibida, se reconoce la limitación del tamaño de la muestra (12 alumnos) en comparación con la población total de estudiantes. Se destaca la necesidad de investigaciones adicionales con muestras más representativas para validar y ampliar estos hallazgos preliminares.

Palabras clave: Realidad Extendida, Realidad Aumentada, Ingeniería, Android, Hololens

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Respecto a la rápida velocidad del desarrollo tecnológico en docencia en los últimos años, la Realidad Extendida (RX) ha demostrado ser muy fructífera en varios sectores, incluida la Ingeniería Gráfica. Su importancia puede equipararse a la de otras altas tecnología como la Inteligencia Artificial o el Machine Learning.

Por una parte, la Realidad Virtual (RV) es el uso de sistemas de gráficos por ordenador mostrados en varios dispositivos e interfaces para conseguir un efecto de inmersión en un entorno digital 3D interactivo. Por la otra parte, la Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que combina escenas reales con imágenes o modelos virtuales, manteniendo contacto con el mundo real a la vez que se interactúa con los objetos virtuales y, por tanto, se suplementa o enriquece la realidad. La diferencia entre RV y RA es que mientras que en la primera el usuario está totalmente inmerso en el entorno virtual, sin interacción con su entorno real, en la segunda sí que es posible combinar las escenas virtuales con la realidad que rodea al usuario. La RX es la combinación de RV, RA y RM (Realidad Mixta). Esta combinación permite crear nuevos espacios en los que interactúan tanto objetos y/o personas reales como virtuales (Carrera et al., 2023).



Figura 1. Representación de modelo 3D de RA en un móvil mediante uno de los marcadores fiduciales.

Numerosas comunicaciones científicas demuestran los beneficios de implementar la RX para diversas aplicaciones (Wang et al., 2020, Carrera et al., 2023). Se ha demostrado que las soluciones de RX proporcionan ventajas significativas en diversos sectores como la manufactura, la atención médica y la gestión de datos (Wang et al., 2023; Salman y Ahmad, 2023). Por ejemplo, las implementaciones exitosas de RX en la industria incluyen el mapeo dinámico de riesgos en lugares de trabajo de construcción en Brasil, la visualización de sistemas de energía en edificios en el Reino Unido y el monitoreo del progreso de un proceso de Gas Natural Licuado en Australia (Moreira et al., 2021; Dudhee y Vukovic, 2021).

En el ámbito de las enseñanzas técnicas, y en concreto en el de la Expresión Gráfica en Ingeniería, puede ser muy doctrinal la posibilidad de ver modelos 3D superpuestos a entornos reales gracias a dispositivos como smartphones o tabletas (Fig. 1). La RX permite visualizar detalles que difícilmente podrían interpretarse en un plano 2D. Con el fin de aplicar esta tecnología de RX a la asignatura de Ingeniería Gráfica y comprobar si su aplicación tiene beneficios para la comprensión y entendimiento por parte de los alumnos, se dota a los alumnos de dichas herramientas con el fin de que las usen para su beneficio propio.

Antecedentes

El presente trabajo es la continuación de otros experimentos comenzados en la pasada década (Gómez-Jáuregui et al., 2015). En aquel proyecto docente, se insertaron en los apuntes de la asignatura una serie de marcadores fiduciales en las que se enriquecían o complementaban las fotografías bidimensionales (Fig. 2). El alumnado podía enfocar con su móvil o tableta dichos marcadores para visualizar en RA, de forma tridimensional, diferentes elementos mecánicos (tornillos, rodamientos, ejes, engranajes, levas, correas, etc.).



Figura 2. Rosca de tornillo representada mediante RA enfocando marcadores incluidos en el material docente.

Para dicho experimento, las escenas de RA fueron creadas por los profesores mediante el software "Aumentaty Author" de Bienetec S.L y podían ser visualizadas por los estudiantes mediante el visor correspondiente: "Aumentaty Viewer". Los usuarios tenían que, primero, descargarse dicho visor, y luego cargar las escenas (una para cada semana o tema de la asignatura), con sus imágenes y modelos correspondientes, habilitadas en la [web de la asignatura](#). Desafortunadamente, este proceso era largo y tedioso ya que la tecnología no

estaba suficientemente madura y las velocidades de descarga en internet no eran las actuales, con lo cual no animaba al alumnado a usarlos cada vez que encontraban marcadores fiduciales en los apuntes de la asignatura.

METODOLOGÍA

Siguiendo la línea de dichos antecedentes, el presente trabajo explica cómo aplicar una metodología similar pero aplicada con una tecnología mucho más desarrollada. En concreto, el experimento pretende validar y comparar las bondades de la RX desplegada para entornos Android (móviles y tabletas) y para gafas de RA/RX (Hololens). El objetivo es visualizar no solo el ensamblaje de un sistema reductor de velocidad (SRV) sino también su animación de manera realista, en donde cada pieza del conjunto tiene un movimiento o giro acorde al comportamiento mecánico del ensamblaje.

Tecnología

Ambas aplicaciones se han desarrollado con el editor Unity 2023.1.13f1, combinando programación con código, en lenguaje C#, con programación visual (Visual Script). En el caso de Android, la aplicación se materializa en un archivo .apk, mientras que en el caso de la Hololens 2 ha de desplegarse al dispositivo mediante compilación en Visual Studio y transferencia por cable o wifi.

Prestaciones

A cada uno de los participantes, se les enseñó el funcionamiento de la aplicación mediante vídeos breves. En ellos, se pueden aprender las diferentes prestaciones y comandos de la aplicación, a saber:

Orbitar en torno al modelo, bien de modo libre (moviendo el dispositivo) o bien mediante botones que ubican la cámara en puntos fijos.

Girar y trasladar el modelo.

Modificar el tamaño o escala del conjunto

Hacer secciones del modelo para ver zonas interiores u ocultas, bien mediante planos de corte (lejano y cercano) o bien acercando el dispositivo al modelo.

Identificar las diferentes piezas del conjunto mediante selección táctil de los elementos virtuales en la pantalla.

Ocultar selectivamente las piezas del modelo para visualizar las que quedan por detrás o en su interior.



Figura 3. Representación del SRV en RA sobre una mesa en un dispositivo con Android

Ensayo con el alumnado de la asignatura

Después de desarrollar y completar las dos aplicaciones, una para dispositivos móviles y otra para gafas de RA, se organizó un experimento para que los estudiantes de Ingeniería Gráfica del Grado de Ingeniería Mecánica probaran ambos programas. Este experimento se llevó a cabo después de una breve y sencilla fase de aprendizaje. Para la aplicación en dispositivos Android (Fig. 3), esto implicó ver un breve vídeo de aproximadamente un minuto. En el caso de la aplicación para las Hololens 2 (Fig. 4), se les permitió a los participantes probar el tutorial incorporado en las Hololens para familiarizarse con los diferentes comandos y botones presentados como hologramas, seguido de otro vídeo específico que detallaba las características de la aplicación.

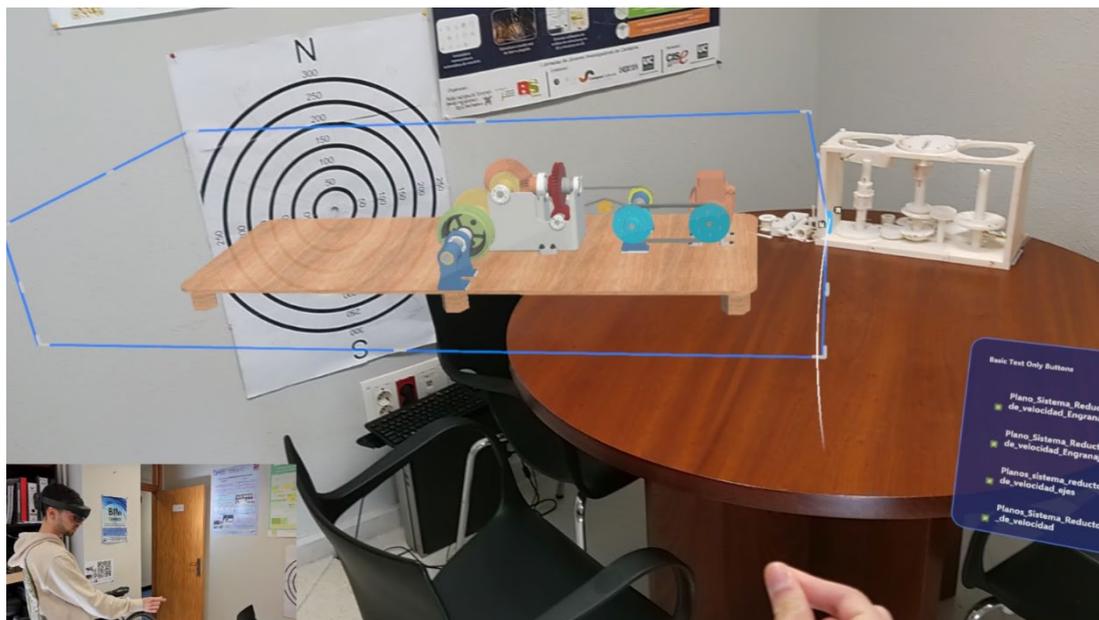


Figura 4. Representación del SRV en RA sobre una mesa en Hololens 2,

Los participantes tuvieron acceso a la web específica del [Experimento de Realidad Extendida \(RX\) para SRV](#), en la que se les invitaba a realizar el experimento siguiendo unos pasos muy sencillos. Para el caso de Android, fueron estos:

1. Abrir el archivo con planos simplificados de un Sistema Reductor de Velocidad (SRV) e intentar identificar sus elementos y su funcionamiento. ([Enlace al plano](#))
2. Visualizar el vídeo de explicación de cómo funciona la aplicación de RX ([Enlace al vídeo](#))
3. Descargar la aplicación de RX para Android (.apk) e instalarla en su propio móvil o tableta. ([Enlace a la aplicación](#))
4. Probar la aplicación intentando replicar lo que se ve en el vídeo, experimentando con ella todo lo que se quisiera.
5. Realizar el cuestionario anónimo para evaluar la aplicación.

Encuesta de evaluación de la experiencia con RX

Dentro de los estudios de usuarios existentes, actualmente se tiende a emplear técnicas de evaluación subjetivas como cuestionarios, valoraciones de usuarios o juicios. En el contexto de los sistemas de RA, diversas investigaciones han recurrido a, por ejemplo, la Escala de Usabilidad del Sistema y al Índice de Carga de Trabajo de la NASA. Para dispositivos móviles, el Cuestionario de Usabilidad de Teléfonos Móviles (MPUQ, por sus siglas en inglés) ofrece una lista de cuestionarios para evaluar usos comunes de smartphones. Estos instrumentos han sido previamente validados, y estudios respaldan su fiabilidad y validez, pero no abordan problemas perceptuales y ergonómicos específicos asociados con los sistemas de RA. Por esta razón, el uso de la Escala de Usabilidad de HAR (HARUS), que comprende la escala de comprensibilidad y la escala de manipulabilidad, resulta más completo (Santos et al. 2015).

Para valorar la experiencia con el uso de la aplicación de RX, y basándose en algunos de los conceptos recogidos en HARUS, se pasó una encuesta al alumnado, de forma voluntaria y anónima, con el fin de recopilar opiniones sobre las dos versiones de RX/RA, tanto para Android como para Hololens 2. La encuesta constaba de cuatro secciones principales, cuyas preguntas fueron las siguientes:

Funcionalidad y utilidad:

1. ¿Qué grado de ayuda efectiva proporciona la aplicación para comprender el funcionamiento del mecanismo del sistema reductor de velocidad (SRV) y para entender los planos relacionados con esta tarea?
2. Si has usado tanto Android como Hololens 2, ¿cuál de las dos versiones te ha parecido mejor y más útil para entender el funcionamiento del SRV?
3. ¿Con qué frecuencia usarías esta aplicación si necesitaras interpretar un plano o analizar el funcionamiento de un mecanismo o máquina?
4. ¿Cuál es el grado de dificultad de aprendizaje para poder usar la aplicación de un modo efectivo en poco tiempo?
5. ¿En qué grado recomendarías esta aplicación a un colega, profesor, estudiante, etc?
6. ¿Hay alguna característica adicional que te gustaría ver incorporada en futuras versiones de la aplicación? (Opcional)

Rendimiento y calidad de la aplicación:

7. ¿Cuál es el grado de eficiencia de la aplicación para la correcta visualización del modelo del sistema reductor de velocidad?
8. ¿Cuál es el grado de usabilidad (facilidad de uso) de la aplicación?
9. ¿Cómo calificarías la calidad visual y la estética general de la aplicación?
10. ¿Experimentaste algún retraso, congelamiento o problemas de rendimiento mientras usabas la aplicación?
11. Indica qué problemas de rendimiento experimentaste durante el uso de la aplicación. (Opcional)

Confort y ergonomía:

12. ¿Cuál es el grado de incomodidad física (cansancio, peso excesivo, mareos, náuseas, malestar, estrés...) que produce la aplicación?
13. ¿Notaste algunos de estos síntomas durante o tras el uso de la aplicación? (Opcional)
14. ¿Cuál es la amplitud de campo visual (ángulo de vista del dispositivo), según tu percepción, usando ambas aplicaciones?
15. ¿Cuál es la comodidad para realizar simultáneamente otras tareas (usando la vista, las manos u otras partes del cuerpo), según tu percepción, usando ambas aplicaciones?

Perfil del Usuario:

16. ¿En qué dispositivo (propio) has instalado y probado la aplicación?
17. Sexo y Edad
18. ¿Cuál es tu grado de familiaridad con otras aplicaciones de realidad aumentada o virtual antes de probar estas dos aplicaciones?
19. ¿Cuál es tu grado de familiaridad con videojuegos o consolas en entornos virtuales?
20. Comentarios Adicionales:

RESULTADOS

La participación representativa fue relativamente baja: tan solo 12 de 40 estudiantes accedieron voluntariamente a participar en el experimento. Esta es una circunstancia bastante común en los últimos años, en los que el alumnado no es proactivo a realizar actividades que no sean obligatorias o a experimentar en proyectos o iniciativas por mera curiosidad y ganas de aprender. En cuanto al perfil de los estudiantes, solo dos de ellos estaban familiarizado con la RA. De entre ellos, tan solo había una mujer, que no estaba familiarizada con los videojuegos, al igual que otros dos varones.

Pese al tamaño de la muestra, los resultados demuestran que todos los participantes

(menos uno) opinan que el grado de eficiencia de esta tecnología, para mostrar el funcionamiento de un mecanismo como éste, es alto o muy alto en general, aunque la mayoría (75%) opina que la versión en Hololens es más útil que en Android; en ambos casos, el aprendizaje resulta fácil o muy fácil (83%). Sin embargo, la facilidad de uso por una parte y la calidad visual y estética por otra, están más repartidas, divergiendo según los usuarios entre Hololens o Android. En definitiva, el grado de recomendación de esta tecnología a otros usuarios es alto o muy alto en casi todos los casos (75%).

En cuanto a rendimiento, 4 personas experimentaron inestabilidad en el seguimiento, una de las cuales también tuvo dificultades para apreciar la profundidad de la escena.

En lo relativo al confort, la incomodidad de uso fue, en casi todos los casos (83%), baja o muy baja, y tan solo una persona se quejó del peso excesivo de la tableta. Cabe destacar que la tableta o móvil resultan menos incómodas que las Hololens. Sin embargo, todas (menos una) persona coincidieron en que las Hololens eran más cómodas para realizar simultáneamente otras tareas (con la vista, las manos, etc.).

Los comentarios voluntarios añadieron opiniones acerca del potencial que pueden tener estas tecnologías en las diferentes asignaturas de ingeniería o la posibilidad de utilizar barras de deslizamiento (movimiento continuo) en lugar de botones (movimiento discreto).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran unos patrones que pueden proporcionar información útil sobre las tendencias generales de pensamiento o actitudes dentro de la población estudiantil más amplia. En general, la aceptación y opinión sobre la RA y RX aplicada en este experimento ha sido muy positiva, destacando la eficiencia (mayor en Hololens que en Android), la facilidad de uso y la comodidad.

Sin embargo, es importante tener en cuenta una limitación importante, y es que la muestra de 12 alumnos es relativamente pequeña en comparación con el tamaño total de la población estudiantil en Ingeniería Mecánica. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo investigaciones adicionales utilizando muestras más grandes para validar y ampliar los hallazgos encontrados en esta encuesta preliminar.

REFERENCIAS

Carrera-Monterde, A., Gomez-Jauregui, V., Manchado, V., Otero, C. (2024) Extended Reality from BIM Models Applied to Port Facilities, in Lecture Notes in Mechanical Engineering, Santander: Springer.

Dudhee, V., & Vukovic, V. (2021). Integration of Building Information Modelling and Augmented Reality for Building Energy Systems Visualisation. In Lecture Notes in Civil Engineering (pp. 83–89). doi: 10.1007/978-3-030-63916-7_11.

Gómez-Jáuregui, V., Manchado, C., & Otero, C. (2015). An Experiment with Augmented Reality applied to Education in Graphic Engineering. En Proceedings of the XXV International Conference On Graphic Engineering. 17-19 June 2015, (San Sebastián). ISBN 978-84-80

Moreira, L. C. de S., Mota, P. P., & Machado, F. A. (2021). BIM, IoT and MR Integration Applied on Risk Maps for Construction. In Lecture Notes in Civil Engineering (pp. 895–906). doi: 10.1007/978-3-030-51295-8_62.

Salman, A., & Ahmad, W. (2023). Implementation of augmented reality and mixed reality applications for smart facilities management: a systematic review. Smart and Sustainable Built Environment. Advance online publication. doi: 10.1108/SASBE-11-2022-0254.

Santos, M. E. C., Polvi, J., Taketomi, T., Yamamoto, G., Sandor, C., & Kato, H. (2015). Toward standard usability questionnaires for handheld augmented reality. IEEE Computer Graphics and Applications, 35(5), 66-75. <https://doi.org/10.1109/MCG.2015.94>

Wang, Y., Wang, F., Lang, X., & Liu, X. (2020). Application of 'Game Engine + Visual Programming' Mode in Cluster Animation Creation. In 2020 IEEE 3rd International Conference of

Safe Production and Informatization (IICSPI) (pp. 246–250). IEEE. doi: 10.1109/IICSPI51290.2020.9332199.

Wang, K., Guo, F., Zhou, R., & Qian, L. (2023). Implementation of augmented reality in BIM-enabled construction projects: a bibliometric literature review and a case study from China. *Construction Innovation*. Advance online publication. doi: 10.1108/CI-08-2022-0196

EMID O13 Impacto de la formación en eficiencia energética contra la Pobreza Energética en barrios desfavorecidos de Madrid aplicando la metodología de Aprendizaje y Servicio, ApS

Miguel Baquero Arenal^a, Fernando Gómez Álvarez^b, Beatriz López Busnadiego^c, Piera Maresca^d, Paula Francisca Moreno Prieto^e Alberto Sanchidrián Blázquez^f y Francisco Santos Olalla^g

^aProfesor Asociado en Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial del departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial, miguel.baquero.arenal@upm.es, ^bProfesor Titular de Universidad del departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial, fernando.gomez@upm.es, ^cDirectora de proyectos dentro de ICEAS Y coordinadora del proyecto socioeducativo Dopuscuola de Vallecas, b.lopez@iceas.org, ^dProfesora Titular de Universidad del departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial, piera.maresca@upm.es, ^eEstudiante del Grado de Ingeniería Química de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial, pf.moreno@alumnos.upm.es, ^fProfesor Asociado del departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial, alberto.sanchidrian@upm.es y ^gProfesor Titular de Universidad del departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial, francisco.santos@upm.es.

Abstract

This work describes an educational innovation project corresponding to the *Service Learning* Program that UPM has been promoting in recent years. Based on the knowledge of situations of energy poverty in marginalized communities in certain neighborhoods of Madrid, the aim is to carry out, from a social and educational approach, a study of efficient alternatives along with guidance through workshops, designed and developed by students and teachers of UPM, to at-risk groups to improve the conditions of use of energy resources and contribute consciously to energy efficiency.

Keywords: Learning by doing, Service-Learning, Energy, Efficiency, Saving, Impact, Sustainable development, Accessibility.

Resumen

Este trabajo describe un proyecto de innovación educativa correspondiente al Programa de Aprendizaje Servicio que la UPM lleva promoviendo los últimos cursos. Partiendo del conocimiento de situaciones de pobreza energética en colectivos marginales de ciertos barrios madrileños, se pretende realizar, desde un enfoque social y educativo, un estudio de alternativas eficientes junto con el asesoramiento a través de talleres, pensados y desarrollados por estudiantes y docentes de la UPM, a colectivos en riesgo para mejorar las condiciones de uso de los recursos energéticos y contribuir conscientemente a la eficiencia energética.

Palabras clave: Aprendizaje-Servicio, Learning by doing, Energía, Eficiencia, Ahorro, Impacto, Desarrollo sostenible, Accesibilidad,

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Este proyecto ha sido aceptado en la Convocatoria 2024 del Programa de Proyectos de Aprendizaje-Servicio de la Universidad Politécnica de Madrid. Con él, se ha venido potenciando la metodología de Aprendizaje-Servicio (ApS) que ha permitido la participación de forma curricular, de estudiantes y profesorado en retos de relevancia social y alineados con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Siendo la energía uno de los recursos imprescindibles involucrados en reflejar el

progreso y bienestar social-económico que mejora nuestra calidad de vida, al permitirnos tener el mismo o más confort con menor consumo energético, debemos hacer un consumo responsable que además de beneficiar en el ahorro de la factura personal, lo hará en el ahorro de la factura que el país costea por importar energía y en el uso de fuentes de energías fósiles, para reducir así el impacto medioambiental. La pobreza energética, definida como la incapacidad de un hogar para satisfacer sus necesidades energéticas básicas a un precio asequible, se ve agravada en entornos con desconocimiento sobre la eficiencia energética. Esta falta de conocimiento impide a las personas tomar decisiones informadas sobre su consumo energético, lo que a su vez conduce a un mayor consumo y, por consiguiente, a un mayor gasto.

Las causas del desconocimiento en este contexto son diversas. Puede deberse a la falta de acceso a información sobre la eficiencia energética, a la dificultad para comprender conceptos técnicos o a la desconfianza en las fuentes de información disponibles. Además, la falta de educación y formación en este ámbito también contribuye al problema.

Colaborando con la Asociación ICEAS (Asociación de Cooperación y Apoyo Social a la Integración Escolar) cuyo campo de actuación son barrios madrileños como Vallecas, Orcasur y Pan Bendito. Se pretende, a través del estudio de alternativas de consumo energético eficientes que tengan un mínimo coste económico, confeccionar una guía de recomendaciones y soluciones tangibles que marquen un beneficio económico y energético cuantificable y que brinde cierto conocimiento sobre la importancia, tanto de la eficiencia energética, como del mercado energético actual y a su desarrollo, con la vista puesta en las metas de la agenda 2030, para así contribuir a garantizar que hasta la población más vulnerable tenga los mismos derechos de conocer todos los recursos económicos y accesibilidad a los servicios básicos.

En definitiva, la lucha contra la pobreza energética en entornos con desconocimiento requiere un enfoque multifacético que combine estrategias de sensibilización, educación, formación y acceso a tecnologías eficientes. Solo así se podrá garantizar que todas las personas tengan acceso a la energía que necesitan para tener una vida digna y saludable.

Este proyecto está vinculado a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 se aplican directamente a la lucha contra la pobreza energética y el desconocimiento sobre eficiencia energética. Cabe destacar algunos de los más relevantes:

ODS 1: Fin de la pobreza: La pobreza energética es una manifestación de la pobreza general, por lo que erradicarla contribuye directamente a este objetivo.

ODS 7: Energía asequible y no contaminante: Este objetivo busca garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. La promoción de la eficiencia energética y el acceso a tecnologías limpias son fundamentales para lograrlo.

ODS 10: Reducción de las desigualdades: La pobreza energética afecta de manera desproporcionada a los hogares de bajos ingresos, contribuyendo a la desigualdad. Fomentar la eficiencia energética ayuda a reducir esta brecha.

ODS 12: Producción y consumo responsables: Este objetivo promueve patrones de consumo y producción sostenibles, lo que incluye el uso eficiente de la energía. El desconocimiento sobre eficiencia energética dificulta este objetivo.

ODS 13: Acción por el clima: La ineficiencia energética contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero. La promoción del conocimiento y las prácticas eficientes son claves para combatir el cambio climático.

Además de estos, otros ODS como el ODS 4 (Educación de calidad) y el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) también pueden jugar un papel importante en la lucha contra la pobreza energética a través de la educación y el desarrollo de infraestructuras sostenibles.

Objetivo.

El principal objetivo de este trabajo es atender a los usuarios de la asociación en temas

energéticos domésticos y comparar la alternativa energética eficiente y su cambio. Viene guiado por los objetivos del servicio en relación con la necesidad social planteada y su adecuación a la metodología de Aprendizaje y Servicio y el *Learning by doing*.

Objetivos específicos:

- Describir lo que supone el ahorro y la eficiencia energéticos, en el campo de estudio.
- Desarrollar el impacto de la transición hacia la eficiencia energética.
- Analizar la accesibilidad de las alternativas y darlas a conocer.

METODOLOGÍA

Desde la filosofía del Aprendizaje y Servicio y el *Learning by doing*, se realiza una metodología acorde con el proyecto, en cuya base principal se trata de comunicar, plantear mejoras y trabajar con entornos desfavorecidos o colectivos vulnerables, para contribuir en la reducción de impactos sociales, como la Pobreza Energética, a través del establecimiento de las siguientes consideraciones:

- La necesidad social: *Identificación de una necesidad existente en la comunidad que requiere atención y para la que se buscan soluciones concretas.*
- El servicio a la comunidad: *Descripción de las acciones concretas que se han llevado a cabo a lo largo del proyecto para abordar la necesidad social que se había detectado.*
- Entidades involucradas: Listado de las ONG, ayuntamientos, asociaciones, centros educativos y otras entidades que participan en el proyecto.
- El aprendizaje: *Habilidades, conocimientos y competencias que el estudiante adquiere a través de su participación en el proyecto.*
- Impacto social: *Detalle de los cambios positivos y beneficios que el proyecto genera en la comunidad.*

(Oficina de ApS. UPM, 2023)

Una vez establecidas y conociendo el perfil de la asociación con la que se colaborará en el proyecto, se desarrollaron las siguientes fases:

En primer lugar, identificación de una necesidad existente en la comunidad. Se define una respuesta para una necesidad social, en nuestro caso, a través de una reunión con la Asociación ICEAS (Asociación de Cooperación y Apoyo Social a la Integración Escolar). Esto implica:

- Recopilar información: entrevistas para recopilar datos sobre las necesidades, problemas y prioridades de la comunidad.
- Analizar los datos: Una vez recopilada la información, es necesario analizarla para identificar las necesidades más importantes y urgentes.
- Involucrar a la comunidad: Es fundamental que la comunidad participe en el proceso de identificación de necesidades para garantizar que se consideren sus perspectivas y experiencias.

Se planteó la posibilidad de organizar un taller en el que la población asociada pudiera ampliar su propio conocimiento sobre la Eficiencia Energética y sobre buenas prácticas de eficiencia en el domicilio.

Seguidamente, se comenzó la búsqueda de información relevante que reflejase el valor de la Eficiencia Energética, una serie de recomendaciones que se saliesen de los aspectos más difundidos y se decidió que, durante el taller, se pudiese poner a prueba el conocimiento de los usuarios realizando un cuestionario previo con ellos. De esta manera se podría identificar

el tipo de audiencia y personalizar la sesión para obtener un máximo rendimiento. También, y a modo de obsequio, se coordinó la fabricación de un llavero con ayuda del FabLab de la ETSIDI-UPM que sirviese principalmente de incentivo o refuerzo positivo por haber asistido al taller y además como herramienta de enseñanza, ya que se pediría a cada uno de los asistentes el diseño de un prototipo de llavero eficiente (Fig. 1) para que, de alguna manera, fuesen capaces de trabajar de lo más abstracto del concepto a lo más práctico y tangible como es la optimización de los recursos.

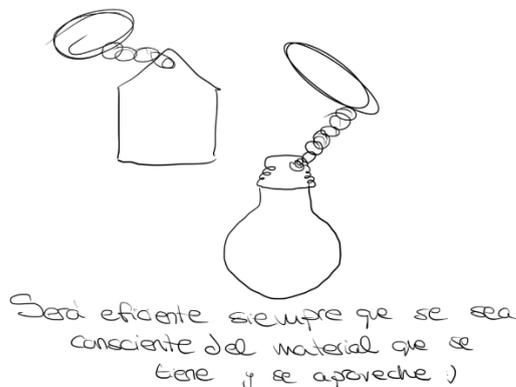


Fig. 1. Prototipo de "llavero eficiente".

Al finalizar la sesión se votaría el diseño más "eficiente" y tras su fabricación se les entregaría a cada uno de los asistentes, con la esperanza de que sirva de recordatorio de las prácticas eficientes de energía en el domicilio.

Además de plantear la problemática en la reunión con la asociación, se decidió el lugar y franja horaria en la que se podría impartir el taller. Y conociendo el espacio en el que se realizaría y estimando la cantidad, edad y disponibilidad de los asistentes se diseñó una campaña formativa sin necesidad de conocimientos previos, a la que podrían asistir los usuarios, principalmente madres/padres, mientras que sus hijos realizan el Proyecto Socioeducativo Dopuscuola también con la Asociación ICEAS. Eso nos permitiría poder aprovecharnos de unas horas para realizar cómodamente el taller.

Gracias a verbalizar y conocer la situación real de la población asociada, a través de la Asociación ICEAS, y a enfrentarnos ante el desconocimiento de algunas terminologías o procedimientos comerciales en cuanto al uso energético y la Eficiencia Energética, se ha producido mayor interés en que se fijen los conceptos principales y se trate de poner solución desde distintas entidades, como es la Universidad Politécnica de Madrid.

RESULTADOS

La campaña de formación se preparó a lo largo de 2 meses, en los cuales el principal resultado fue que el estudiante adquirió conocimiento transversal, tanto teórico, realizando el estudio y conociendo las diferentes experiencias de los asistentes, como práctico, siendo partícipe de reuniones y comunicaciones entre la asociación o el profesorado. El contenido principal que se compartió a los asistentes del taller fue:

En primer lugar, la exposición de la problemática. Un gran porcentaje de personas desconocen cómo gestionar su energía doméstica de una forma eficiente. A continuación, se introdujo la eficiencia energética, definición y ejemplos, se mostró un desglose de una factura eléctrica común y se indicó cuáles son las condiciones para solicitar un bono social. Seguidamente se expuso cómo se regula la eficiencia energética en la sociedad actual y se finalizó con la guía de recomendaciones y prácticas favorables para el consumo eficiente de la energía.

Sin duda resultó ser una experiencia enriquecedora en cuanto a participación se refiere y que destaca la comunicación y ayuda entre entidades.

En cuanto a los resultados se destacan los siguientes:

1. Evaluación del conocimiento previo:
 - Falta de conocimiento previo: El hecho de que la mayoría de los asistentes al taller no tuvieran conocimiento previo en el campo de la eficiencia energética es un dato significativo. Esto indica que existe una necesidad real de este tipo de formación en la comunidad.
 - Importancia de la evaluación: La evaluación del conocimiento previo de los participantes es una práctica importante que permite a los organizadores del taller adaptar el contenido a las necesidades específicas del público.
2. Adquisición de conocimientos básicos:
 - Logro del taller: El hecho de que la mayoría de los asistentes adquirieran cierto conocimiento base en el campo de la eficiencia energética es un resultado muy satisfactorio para los autores del taller.
 - Impacto en la comprensión: Este nuevo conocimiento permitirá a los participantes tomar decisiones más informadas sobre su consumo energético y adoptar prácticas más eficientes.
 - Beneficios a largo plazo: La adquisición de conocimientos básicos en eficiencia energética puede tener un impacto positivo en la calidad de vida de los participantes, tanto en términos de ahorro económico como de protección del medio ambiente.
3. Impacto en la facturación y la gestión de recursos:
 - Reducción del consumo: Se espera que el conocimiento adquirido en el taller se traduzca en una reducción del consumo de electricidad de los participantes.
 - Ahorro económico: Esta reducción del consumo se traducirá en un ahorro económico en las facturas de electricidad de los participantes.
 - Gestión consciente: El taller también debería ayudar a los participantes a desarrollar una mayor conciencia sobre la importancia de gestionar los recursos energéticos de manera responsable.
 - Impacto ambiental: La reducción del consumo de energía también tendrá un impacto positivo en el medio ambiente al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En general, los resultados del taller son muy positivos y sugieren que el taller ha sido un éxito. Los autores del taller pueden estar orgullosos de haber proporcionado a los participantes valiosos conocimientos y habilidades que pueden tener un impacto positivo en sus vidas.

El taller ha cosechado un rotundo éxito, reflejado en la notable adquisición de conocimientos por parte de los asistentes, la mayoría de ellos sin experiencia previa en el ámbito de la eficiencia energética. Este logro es motivo de gran satisfacción para los organizadores, quienes vislumbran un impacto positivo tanto en la economía doméstica de los participantes como en la gestión responsable de los recursos energéticos y el cuidado del medio ambiente.

En concreto, se espera que los conocimientos adquiridos se traduzcan en una reducción del consumo de energía, lo que a su vez se reflejará en un ahorro económico en las facturas de electricidad. Además, se fomentará una mayor conciencia sobre la importancia de un uso responsable de la energía, impulsando un cambio positivo en los hábitos de consumo de los participantes.

CONCLUSIONES

El taller sobre eficiencia energética ha sido un rotundo éxito, logrando su objetivo

principal de transmitir conocimientos básicos a un público sin experiencia previa en este campo. La mayoría de los asistentes han adquirido conocimientos valiosos que les permitirán tomar decisiones más informadas sobre su consumo energético, lo que se espera que se traduzca en un ahorro económico y un impacto positivo en el medio ambiente. Los organizadores están muy satisfechos con los resultados y los participantes han valorado positivamente la experiencia. Se recomienda realizar una evaluación más detallada del impacto del taller y explorar nuevas estrategias para llegar a un público más amplio.

Gracias a realizar este tipo de experiencias ApS, además de que la docencia pueda tener un papel cada vez más plural en cuanto a metodologías se refiere, también se logra dar rienda suelta al desarrollo de numerosas respuestas que solventen problemáticas de carácter social, desde la cooperación y la diversidad cultural se contribuye con la visibilidad y concienciación de población. Promoviendo de esta manera que de cara a un futuro haya menor brecha de conocimiento e interés por temas que han de ser prioritarios en la sociedad actual.

En general, los resultados del taller son muy positivos y sugieren que ha sido una experiencia valiosa tanto para los organizadores como para los participantes. El taller ha demostrado ser una herramienta eficaz para promover la eficiencia energética y el desarrollo sostenible en la comunidad.

En definitiva, este taller ha demostrado ser una herramienta valiosa para empoderar a la comunidad en materia de eficiencia energética, sentando las bases para un futuro más sostenible y consciente. ICEAS gana un merecido reconocimiento por su dedicación y compromiso en la transmisión de conocimientos y habilidades que esperamos marquen un recuerdo significativo en los participantes.

REFERENCIAS

Fernández, C. (2023). Catálogo de iniciativa ApS en la Universidad Politécnica de Madrid. 3-39.

Oficina de Aprendizaje-Servicio. (1 de mayo de 2024). *Fomentamos el aprendizaje a través de la experiencia práctica que proporciona el voluntariado*. <https://aprendizajeservicio.upm.es/>

Red Española de Aprendizaje-Servicio. (1 de mayo de 2024). *Aprender haciendo un servicio a la comunidad*. <https://www.aprendizajeservicio.net/que-es-el-aps/>

Asociación ICEAS. (1 de mayo de 2024). *Asociación de Cooperación y Apoyo Social a la Integración Escolar*. <https://www.iceas.org/p%C3%A1gina-principal>

Portal IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (1 de mayo de 2024). *Ahorra energía*.

<https://www.idae.es/ahorra-energia>

EMID O14 Tandem entre pensamiento lateral y humor en la gestión de la sostenibilidad en ingeniería

Irene Martín Rubio^a, Thais Rangel Christiano^b y Elcio Mendonça Tachizawa^c

^aUPM-ETSIDI, Ronda de Valencia, 3 28012 Madrid, irene.mrubio@upm.es

^bUPM-ETSIDI, thais.rangel@upm.es escuela, dirección postal, correo electrónico, etc.) y

^cUPM-ETSIDI, e.mendonca@upm.es

Abstract

Humor can be a powerful tool for engaging stakeholders in sustainability change, but it is important to use it strategically and effectively. However, it can also be counterproductive if used insensitively or excessively, due to the inconsistencies it manages. Engineering students must know how to manage humor and creativity ethically to respect all groups and individuals, while promoting creative and innovative solutions.

Keywords: humor, creativity, lateral thinking, sustainability

Resumen

El humor puede ser una herramienta poderosa para involucrar a las partes interesadas en el cambio de sostenibilidad, pero es importante usarlo de manera estratégica y efectiva. Sin embargo, también puede ser contraproducente si se usa de manera insensible o excesiva, debido a las incongruencias que gestiona. Los estudiantes de ingeniería deben conocer cómo gestionar el humor y la creatividad de forma ética para respetar a todos los grupos e individuos, a la vez que se promueven soluciones creativas e innovadoras.

Palabras clave: humor, creatividad, pensamiento lateral, sostenibilidad

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El humor es una herramienta poderosa para hacer que los temas de sostenibilidad sean más accesibles y atractivos. El humor puede ayudar a captar la atención, y reducir la resistencia al cambio, promoviendo soluciones innovadoras y fomentando el pensamiento lateral. También puede hacer que el mensaje sea más memorable, identificable y creíble, fomentando la confianza, y la colaboración entre las partes interesadas. Además, ayuda generar bienestar psicológico al reducir la incertidumbre y la ambigüedad que a menudo acompañan a las iniciativas de cambio de sostenibilidad.

Este trabajo proporciona una revisión del estado del arte de investigación en el uso del humor en mensajes pro-sostenibles creativos. El objetivo del trabajo es conocer el impacto del humor y de los procesos creativos para facilitar la toma de decisiones innovadoras en temas relacionados con la sostenibilidad. Primero, revisamos los procesos creativos, y a continuación los relacionamos con los elementos del humor. A continuación, ofrecemos los resultados y conclusiones.

LA CREATIVIDAD, EL PENSAMIENTO LATERAL Y EL HUMOR

La creatividad tiene una profunda asociación con la resolución de problemas. La resolución creativa de problemas puede destilarse en tres pasos: definir problemas, producir soluciones y teorizar soluciones (Horikami et al. 2022):

- 1) En la etapa de definición del problema se reconocen las situaciones actuales y deseadas. Los resultados de esta etapa son modelos actuales y futuros donde se refleja el contexto del problema.

- 2) La etapa de producción de soluciones tiene como objetivo encontrar o generar numerosas ideas para pasar de la situación actual del problema a la futura, buscando las acciones e ideas apropiadas.
- 3) En la etapa de teorización de la solución, las ideas seleccionadas se organizan como un plan de solución que se puede implementar. El plan de solución debe ser racional y persuasivo para obtener la cooperación de otros (por ejemplo, clientes, gerentes y asociados).

Las etapas generalmente fluyen cronológicamente, pero a veces hay que volver a la etapa anterior, si es necesario. Las resoluciones creativas de problemas, tipificadas por la "racionalidad limitada" y "problemas perversos", no implican soluciones fáciles de encontrar. Por lo tanto, es posible "ir y volver" entre las tres etapas muchas veces. Por ejemplo, si un plan de solución se juzga inviable cuando se evalúa en la etapa de teorización de la solución, el proceso vuelve a la etapa de producción de la solución y se formula un nuevo plan de solución.

Considerando estas tres etapas en términos de procesos cognitivos y de pensamiento humanos, han surgido tres actividades básicas comunes:

- a) El primero es organizar lógicamente. En la etapa de definición del problema se seleccionan los elementos que constituyen el problema, sus interrelaciones identificadas, y los modelos contextuales presentes y futuros a gestionar. En la etapa de producción de la solución, se selecciona un plan de solución racional entre varias alternativas. En la etapa de teorización de soluciones, las razones para seleccionar la alternativa y el plan de implementaciones están lógicamente organizados.
- b) La segunda actividad es la evaluación. Se evalúa el resultado de cada etapa para determinar, por ejemplo, si los modelos describen correctamente la situación del problema, si la alternativa seleccionada ofrece la mejor solución y si el plan de implementación es práctico.
- c) La tercera actividad es el cambio de puntos de vista e ideas. En cada etapa, cuando parece imposible avanzar usando con los puntos de vistas actuales, hay que cambiarlos.

En otras palabras, es importante articular tres tipos de pensamiento: el pensamiento lógico para la organización lógica, el pensamiento crítico para la evaluación y el pensamiento lateral para el cambio) son necesarios en cada etapa de gestión de la creatividad, sobre todo, en los problemas complejos de la economía circular. Pasamos a describir brevemente los diferentes tipos de pensamiento (Horikami et al. 2022):

a) Pensamiento lógico.

El pensamiento lógico es una actividad mental dirigida a tomar una decisión o llegar a la solución de un problema, mediante el conocimiento de instrucciones específicas, alcanzando soluciones correctas. La habilidad se relaciona con la comprensión precisa y la puesta en práctica del razonamiento de la lógica.

El pensamiento lógico se apoya en el modelado de datos. Hay tres requisitos para esta definición: debe haber reglas para el desarrollo del modelo, el modelo debe ser consistente y completo, y la validez del modelo debe verificarse comparándolo con procesos reales de negocio y de gestión. En la ciencia de la administración, un modelo es una descripción sistemática de conceptos y relaciones causales que estructuran la información transmitida en los procesos comerciales y de gestión.

El pensamiento lógico se define como la habilidad cognitiva necesaria para identificar los elementos que forman la estructura de un problema, encontrar relaciones entre factores y estructurar el marco para soluciones de manera racional. En una situación problemática caótica, es importante aclarar la estructura del problema aclarando lo que está sucediendo, quiénes son las personas involucradas en el problema, cuáles son las posiciones y las relaciones, y qué sucederá si la situación continúa.

b) Pensamiento crítico.

El pensamiento crítico considera una variedad de habilidades, que incluyen evaluación, pensamiento lógico, actitud, y conocimiento, entre otros. Se apoya en tres factores: una actitud de consideración reflexiva, conocimiento de los métodos de investigación y razonamiento lógicos, y las habilidades para aplicar esos métodos. Sin embargo, la actitud, el conocimiento y la aplicación de habilidades no son "pensar". El pensamiento crítico puede entenderse como la capacidad de utilizar estos tres elementos.

En el pensamiento crítico se destaca el aspecto evaluativo, para distinguirse del pensamiento lógico. El pensamiento crítico es la capacidad cognitiva para evaluar la línea de razonamiento, juzgar la precisión con base en estándares, y descubrir errores en la lógica.

c) Pensamiento lateral

Este concepto o técnica surge gracias al trabajo del psicólogo Edward de Bono, quien en 1967 publicó su libro titulado "New Think: The Use of Lateral thinking"

El pensamiento lateral es una habilidad que puede generar ideas únicas que surge gracias al trabajo del psicólogo Edwards de Bono, quien en 1967 publicó su libro titulado "New Think: The Use of Lateral Thinking". El pensamiento lateral se basa en que muchos problemas requieren una perspectiva diferente para resolverlos con éxito. El pensamiento lateral comprende tres conceptos: cambio de patrones cognitivos, humor y orientación hacia el futuro.

El resultado del pensamiento lateral proporciona, a parte de ideas únicas, un cambio en los patrones cognitivos que se reflejará directamente en el resultado. El humor y el futuro función de orientación; sin embargo, se puede suponer que representan puntos de vista y actitudes necesarias para identificar un patrón cambiar.

El humor y la creatividad.

El humor es "cualquier cosa que la gente dice o que otros lo perciben como divertido y tiende a hacerlos reír, también como los procesos mentales que intervienen tanto en la creación como en la percepción de un estímulo divertido, y en la generación de respuestas emocional de alegría" (Martin et al. 2018) La apreciación del humor implica incongruencias cognitivas, un sentido de superioridad personal, liberación fisiológica de tensión, y valoraciones de que se ha producido una violación inofensiva.

El pensamiento creativo y el humor comparten similitudes. El proceso creativo implica el cambio de esquemas cognitivos y el desarrollo de nuevos modos de pensamiento, es decir, construir la representación de un estado que no estaba previamente almacenado en la memoria.

De manera similar, el proceso del humor implica una búsqueda de estrategias cognitivas para modificar la percepción de una situación o experiencia y, así generar una nueva representación de la situación (Green et al. 2023).

La teoría de la resolución de incongruencias afirma que el humor surge de dos postulados distantes e incongruentes que en un principio no parece tener sentido, pero, cuando se crea una asociación que supera la incongruencia y permite la comprensión global, permite disfrutar a las personas. En definitiva, la creatividad está conectada con varios tipos de comprensión del humor (Wu et al. 2019). Para lograr su propósito, el humor a menudo se beneficia de la estructura y articulación de metáforas y coexistencia de elementos inicialmente incompatibles entre sí:

Ramachandran (2003) describió los elementos esenciales del arte y creatividad e incluyó entre ellas la hipérbole y la metáfora. A través de la hipérbole es posible detectar los rasgos salientes de un rostro y dibujar una caricatura o descomponerlas, como se puede observar en muchos

artistas y en muchas técnicas de la pintura contemporánea. La Hipérbole refleja la

síntesis emblemática de un individuo, una situación, un contexto y puede expresarse tanto de forma creativa como humorística.

En la metáfora dos conceptos no relacionados y aparentemente distantes son combinados para comparar y resaltar ciertos aspectos de uno y de los otro para representar un sentido unitario. Muchas obras artísticas se caracterizan por metáforas que apuntan a expresar varios niveles de significado y síntesis, como una interpretación peculiar del pensamiento creativo.

Por otra parte, la Teoría General del Humor Verbal (Attardo et al 1991) ofrece una perspectiva para enmarcar el humor de una manera articulada y, a la vez, capturar un aspecto de su relación con el pensamiento creativo. Según dicha teoría, las expresiones humorísticas se pueden describir sobre la base de seis parámetros, definido como Recursos de Conocimiento (RC).

- El primero es el lenguaje, en su sentido elemental. Se trata de la forma en que se expone el texto.
- El segundo parámetro es la narración. Por ejemplo, si el discurso es directo o indirecto, es decir, si se presenta como un acertijo o en forma de historia.
- El tercer parámetro es la situación: incluye los distintos elementos de la ambientación y escenografía de la historia.
- El cuarto parámetro es objetivo que puede ser evidente o no explícito, irrelevante o complejo.
- El quinto, mecanismos lógicos para caracterizar el texto humorístico. En la parte inicial de una historia humorística, la atención se centra en un objeto y en la parte final se puede dirigir hacia otro, aparentemente irrelevante. Un juego de humor típico es basado en un mecanismo de inversión figura-fondo similar al que ocurre en cifras ambiguas.
- El sexto es la oposición de guiones. El humor consiste, a menudo, en contrastar diferentes guiones, y, explicar por qué el comportamiento aparentemente incongruente, tiene sentido en esa situación. En la inesperada parte final de un chiste, un factor de originalidad, propio del proceso creativo, generalmente parece estar en juego tanto en el final en sí como en la forma en que se desarrolla la incongruencia es resuelta.

Gracias a los recursos de conocimiento, aparece la reinterpretación de la situación inicial. Esto es lo que ocurre también en el caso del pensamiento creativo, es decir, cuando se concibe una idea se puede generar una interpretación. Humor y pensamiento creativo producen un efecto sorpresa y original, que provocan el placer.

Dada la complejidad de las operaciones mentales implícitas y explícitas subyacente al acto humorístico, no hay duda de que la presencia de humor es un indicador de un funcionamiento cognitivo elevado y preservado.

RESULTADO: IMPLICACIONES DE LAS REINTERPRETACIONES.

La reinterpretación que ocurre en los procesos creativos y humorísticos permiten ampliar el campo mental, conectar diferentes ideas y reorganizarlas.

El pensamiento creativo facilita las siguientes tres grandes operaciones cognitivas:

i) Permitir que los individuos amplíen el rango de opciones y posibilidades que pueden considerar para abordar adecuadamente gestionar la situación que tienen que afrontar (Ampliación);

ii) Establecer vínculos entre conocimientos y áreas de experiencia que habitualmente se mantienen separados en la mente (Conectando);

iii) Transformar conceptualmente la representación de la situación para identificar o sacar a relucir una alternativa adecuada para alcanzar los objetivos que se han fijado (Reorganización).

Del mismo modo, el humor permite a las personas:

i) Ir más allá de lo significado habitual de una situación, abriendo una gama más amplia de posibilidades (Ampliación);

ii) Reunir elementos que habitualmente se consideran distintos y distantes (Conectando);

iii) Convertir el significado de una situación al revés sacando a relucir un lado en el que no se suele pensar (Reorganización).

Por ello, sugerimos que en la gestión de nuestras actividades fomentemos el humor y el pensamiento creativo. La gestión de la sostenibilidad requiere innovaciones en diferentes áreas de múltiples sistemas, no sólo dentro de organizaciones o productos específicos, sino a través de procesos dinámicos multifase y multinivel en las cadenas de suministro. El pensamiento lateral (creatividad) y el humor pueden proporcionar nuevos patrones de soluciones a través de la reinterpretación de la información que proporcionan los diferentes agentes involucrados para alcanzar un nuevo consenso viable y sostenible. En definitiva, reorganizar las aportaciones de los diferentes partes, conectando y abriendo nuevas posibilidades.

CONCLUSIÓN.

El humor y la creatividad coinciden en patrones funcionales de reevaluación de estrategias cognitivas y emocionales, de forma que es posible resaltar los aspectos divertidos de los eventos adversos reformándolos. de manera positiva, manteniendo así una mejor regulación positiva de las emociones positivas y la regulación a la baja de los negativos y contribuir a un mayor bienestar psicológico. El humor se puede utilizar de muchas maneras para crear contraste, sorpresa o incongruencia, así como para resaltar absurdos o paradojas que permitan encontrar nuevas perspectivas que reorganizan los intereses y aportaciones. Puede usar un chiste o una historia para hacer un punto sobre el cambio de sostenibilidad, desafiar las suposiciones con ironía o sátira, o invitar a la participación con una metáfora o analogía. En definitiva, sugerimos que en nuestras actividades consideremos el humor y la creatividad para promover soluciones innovadoras en nuestros problemas relacionados con la sostenibilidad.

REFERENCIAS

- Antonietti,A. Colombo,B. (2016) Creative cognition: how culture matters, in: V. Glaveanu (Ed.), *Handbook of Creativity and Culture*, Palgrave MacMillan, Basingstoke, pp. 101–124.
- Attardo, S. RAskin, V. (1991) Scrip theory revis(i)ted: Joke similarity and Joke representation model, *Humor*, 4, 293-347.
- Benedek, M., Fink,A. (2019) Toward a neurocognitive framework of creative cognition: the role of memory, attention, and cognitive control, *Curr. Opin. Behav. Sci.* 27 (2019) 116–122.
- Green,A.E., Beaty, R.E. Keett,N.Y., Kaufman, J.C. (2023) The process definition of creativity, *Creativity Res. J.*, <https://doi.org/10.1080/10400419.2023.2254573>.
- Horikami, A., Takahashi, K. (2022) “The Tripartite Thinking Model of Creativity” *Thinking Skills and Creativity*, 44, 101026. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101026>
- Martin, R.A. T. Ford, T. (2018) *The Psychology of Humor: An Integrative Approach*, Academic Press, New York, 2018.
- Ramachandran, V.S. (2003) *The Emerging Mind*, Profile Books, London.
- Wu, C.L., Chen, H.-C. (2019) The influence of creativity on incongruity-resolution and nonsense humor comprehension, *Creat. Res. J.*, 31 110-118

EMID O15 El aprendizaje por proyectos en la Escuela Politécnica Superior de la Universitat de Girona

Inés Ferrer Real^a, Gerusa Giménez Leal^a, Pilar Marquès Gou^a, Sílvia Espinosa Mirabet^a y Jaume Puig Bargués^a

^aRed de Innovación Docente en Aprendizaje por Proyectos, Universitat de Girona, gerusa.gimenez@udg.edu; ines.iferrer@udg.edu; pilar.marques@udg.edu; silvia.espinosam@udg.edu; jaume. puig@udg.edu

Abstract

This study analyzes how project-based learning (PBL) is applied in the 69 undergraduate and graduate courses taught at the Polytechnic School of the University of Girona that use this active methodology. Most of the PBLs are carried out in mandatory undergraduate subjects, where students must work in teams of 3 members, for more than 8 weeks to obtain a product or service that they must defend orally. The general trend of the PBL design involves one or two lecturers, over 50 years old, with a predominance of men and with a large teaching experience.

Keywords: Project-based learning; engineering; active methodology, university teaching

Resumen

Este estudio analiza cómo se aplica el aprendizaje por proyectos (APP) en las 69 asignaturas de Grado y Máster de la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universitat de Girona (UdG) que utilizan esa metodología activa. La mayoría de los APP identificados se llevan a cabo en asignaturas obligatorias de Grado, donde los estudiantes deben trabajar en equipos de 3 miembros, durante más de 8 semanas para obtener un producto o servicio que deben defender oralmente. La tónica general del diseño de los APP involucra a uno o dos docentes, de más de 50 años, con predominio de los varones y con una gran proporción de profesorado con larga experiencia docente.

Palabras clave: Aprendizaje por proyectos; ingeniería; metodologías activas; docencia universitaria.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Ochenta y cinco millones de los trabajos que se realizan actualmente en el mundo, dentro de un año serán diferentes, habrán variado sus rutinas de producción o habrán desaparecido. Estas eran las previsiones del Foro Económico Mundial (2020) que a tenor de la fuerza irruptora de las herramientas de la Inteligencia Artificial no parecen elucubraciones nada desproporcionadas, puesto que están emergiendo ya los nuevos perfiles laborales mucho más acordes con las nuevas sinergias entre humanos, máquinas y algoritmos. En el campo de los estudios técnicos universitarios, el cambio ya está siendo sustancial y por ello se perfila aún más necesaria la reflexión sobre cómo hay que formar a los futuros titulados. Las metodologías activas que implican al estudiante en su propio proceso de aprendizaje se perfilan como eficaces en este nuevo escenario. Por ello, este trabajo contiene un estudio exhaustivo sobre cómo uno de estos métodos, el aprendizaje por proyectos (APP), se está aplicando en las carreras de ingeniería, arquitectura o informática en la EPS; puesto que un trabajo reciente sobre el despliegue de APPs en la UdG (Espinosa-Mirabet, *et. al.*, 2023) apuntaba que la EPS era el centro docente con más asignaturas diseñadas (69) con este método.

El objetivo de este estudio es obtener la máxima información posible sobre cómo y en qué

grado, el APP se está implementado en las enseñanzas técnicas de la UdG. En concreto, se quiere averiguar en qué tipo de estudios se aplica más, cuánto tiempo de dedicación significa para estudiantado y profesorado, cuál es el perfil de profesorado que diseña materias con APP, en qué cursos el alumnado se forma a partir de APPs, o cómo son los grupos-clase que se acogen al método y cómo se evalúan.

METODOLOGÍA

Para asumir el objetivo planteado se ha realizado una prospección basada en herramientas cuantitativas y cualitativas. Mediante el análisis del diseño docente de las diferentes asignaturas de los 11 Grados y de 5 de los Másteres de los estudios técnicos que ofrece la UdG y de entrevistas con docentes y estudiantes, se determinó qué asignaturas utilizan APP. A continuación, se realizaron entrevistas con el profesorado responsable de esas asignaturas, en las que se respondía un cuestionario de 54 preguntas en Google Forms permitiendo la recogida de información cuantitativa y cualitativa sobre la aplicación del APP.

RESULTADOS

Asignaturas

La distribución de asignaturas en las que se utiliza el APP varía según el centro docente. Sin embargo, el APP se utiliza más en enseñanzas técnicas, puesto que en la EPS se imparten el 49% de las asignaturas en base a esta metodología, como se observa en la Fig. 1. El 40% de los APP se realizan en estudios del ámbito social (de las Facultades de Educación y Psicología; de Turismo; de Ciencias Económicas y Empresariales; y de Derecho), el 8% en el ámbito científico (Facultad de Ciencias), el 2% en el ámbito humanístico (Facultad de Letras) y el 1% en el ámbito de ciencias de la salud (Facultad de Enfermería).

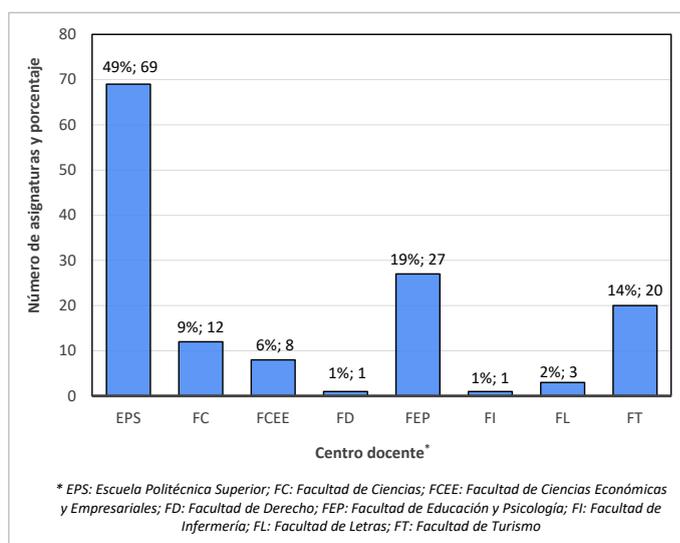


Fig. 1. Asignaturas con APP por centro docente y porcentaje sobre el total en la Universidad de Girona.

En la EPS de la UdG los estudios se distribuyen en cuatro grandes áreas que, en orden decreciente de número de estudiantes, son los ámbitos: industrial, informático, arquitectura y edificación, y agroalimentario. La distribución de asignaturas con APP es más intensa en los estudios del ámbito informático (41 % de todas las asignaturas con APP de la EPS), que cuenta con dos Grados y cuatro Másteres, seguida del ámbito industrial (26%) con cinco Grados y un Máster, del ámbito de arquitectura y edificación (19%), y finalmente del ámbito agroalimentario (14%), ambos con dos Grados y un Máster, respectivamente (Fig. 2).

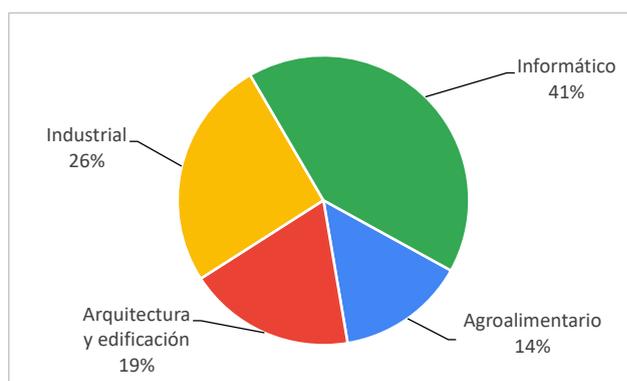


Fig. 2. Porcentaje de asignaturas de Grado y Máster con APP en los distintos ámbitos de la EPS de la UdG.

Si bien en la EPS el porcentaje de asignaturas que utilizan el APP es más elevado que en otros centros docentes, únicamente se utiliza esta metodología docente en el 15,8% de las asignaturas. Mayoritariamente, el APP se emplea más en los Grados (79% de las asignaturas) que en los Másteres (21% de las asignaturas), siguiendo misma la tendencia general que en los estudios de la UdG (Fig. 3).

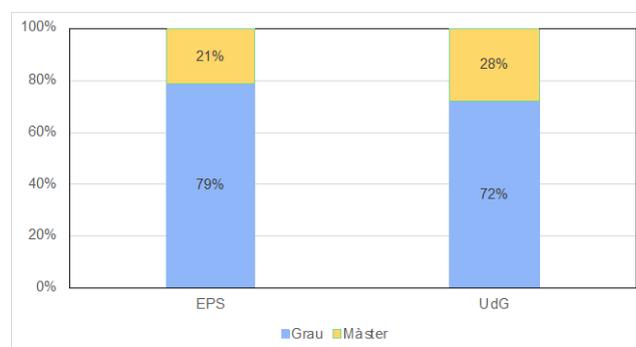


Fig. 3. Asignaturas de Grado y Máster donde se utiliza el APP.

El APP se realiza más en asignaturas obligatorias y básicas (83%) que en optativas (17%), superando los resultados de la aplicación del APP en asignaturas obligatorias de la UdG (68 y 32%, respectivamente). Con relación a los créditos por asignatura, estas acostumbran a tener entre 5 o 6 créditos ECTS y son todas semestrales, puesto que en la EPS las asignaturas siguen esta calendarización. La Fig. 4 muestra una correlación creciente entre el número de asignaturas que realizan APP y el curso en el que se imparten.

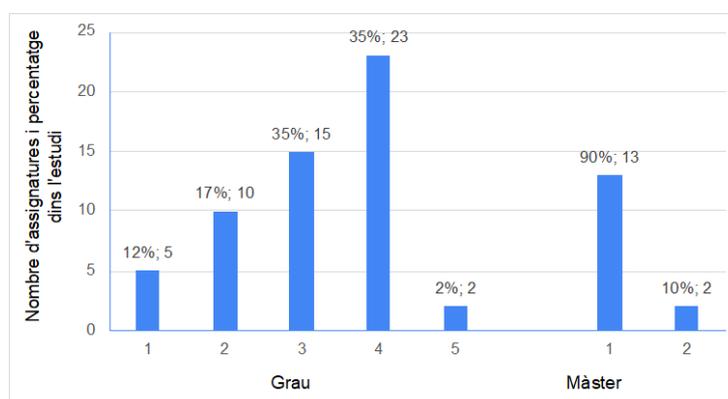


Fig. 4. Asignaturas con APP por curso de Grado y Máster.

En referencia al número de estudiantes, la mayoría de las asignaturas donde se realiza APP tienen entre 16 y 30 alumnos, seguidas de las que tienen entre 31 y 45 (Fig. 5), aunque existe una amplia disparidad en el tamaño de los grupos de APP.

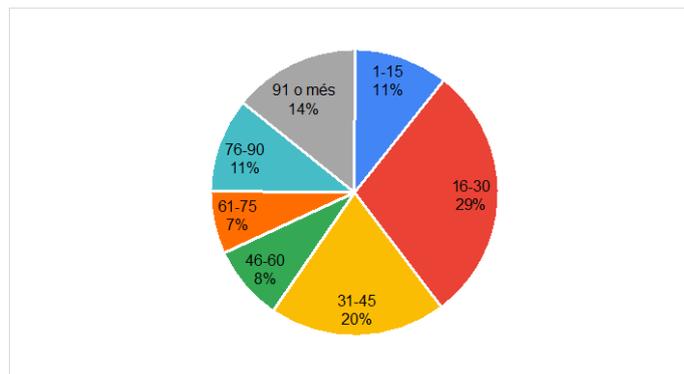


Fig. 5. Asignaturas con APP en función del número de estudiantes.

Profesorado del APP en la EPS

La mayor parte de las asignaturas que realizan APP cuentan con dos o más profesores, aunque para realizar el APP frecuentemente sólo interviene un profesor (51% de los casos) o como máximo dos profesores (37% de los casos). Es decir, que cuando la asignatura se imparte por parte de 3 o más profesores, raramente intervienen en el APP más de 2 profesores. El profesorado implicado en el APP es mayoritariamente de sexo masculino (67% de los casos), lo cual resulta lógico considerando que en la EPS hay una proporción notablemente mayor de hombres que mujeres. Desde el punto de vista de la edad, el profesorado implicado es veterano en edad, puesto que el 51% tiene más de 50 años y otro 39% tiene entre 41 y 50 años. La posición laboral de este profesorado es principalmente de titular de universidad o contratado doctor (61%) o bien de asociado (20%). Una amplia mayoría, el 91%, ya cuenta con experiencia previa en APP, pero sólo el 28% del profesorado pertenece a un grupo de innovación docente de la Universitat de Girona. La experiencia docente universitaria del profesorado que realiza APP es amplia, con un 61% del profesorado que acumula más de 20 años de docencia, y un 85% que lleva más de 10 años de docencia. Asimismo, la mayoría del profesorado (un 65%) tiene tres o más quinquenios de docencia reconocidos. En cambio, por lo que respecta a sexenios de investigación, el 33% no cuenta con ninguno, un 17% con uno y un 50% con 2 o más tramos. Y para el caso de los tramos de gestión, la gran mayoría del profesorado implicado en APP, un 72%, no cuenta con ningún tramo de gestión. Estos últimos datos permiten concluir que el profesorado que realiza APP está focalizado en docencia e investigación, pero no tanto en gestión universitaria con cargos estatutarios.

Equipos de trabajo

Los estudiantes se organizan en equipos de trabajo para realizar los proyectos, de 3 miembros (el 38%), o de 2 miembros (28%), 4 miembros (26%) y, minoritariamente, en equipos de 5 miembros (9%). En la mayoría de las asignaturas, los equipos los forman los propios estudiantes (91%) y en el 72% de las asignaturas tienen experiencia previa con la metodología APP, tal y como señaló el profesorado.

El funcionamiento del grupo generalmente no preestablece roles o funciones dentro de los equipos (81% de las asignaturas), sólo en algunos casos los establecen los propios alumnos (15%) y minoritariamente el profesorado (4%). Por lo que respecta a reglas de expulsión de los miembros, en el 90% de las asignaturas no se establecen explícitamente, los estudiantes no tienen la obligación de realizar actas de las reuniones que llevan a cabo (en el 93% de las asignaturas), ni tampoco actas de las tutorías con el profesorado (91% de los casos).

Los estudiantes en general no tienen la obligación de utilizar ninguna plataforma preestablecida para colaborar entre ellos (75%), y sólo en el 25% de los casos o bien se les recomienda alguna plataforma o bien se les obliga a utilizar alguna plataforma en concreto, siendo el Moodle la principal elección del profesorado, por ser la plataforma oficial docente en la Universidad.

Sólo en el 10% de los casos el APP proviene de un encargo de un “cliente”, en un sentido amplio. Se entiende un cliente como una organización o persona que podría ser beneficiaria del proyecto, aunque no se realiza facturación por el trabajo realizado en el APP.

En cuanto a las horas que los estudiantes dedican al APP dentro del horario de clase, en la mitad de las asignaturas se dedican menos de 10 horas (51% de las asignaturas) y en la otra mitad se dedican 11 o más horas (49% de los casos). Fuera del aula, mayoritariamente se considera que los estudiantes destinan más de 15 horas de trabajo en total (78% de las asignaturas).

Proceso docente del APP en la EPS

Los APPs tienen una duración de más de 8 semanas (el 51%) o bien entre 4 y 8 semanas (43%), y sólo en una minoría duran menos de 4 semanas (el 6%). Para realizar el APP se dedican parte de las horas de clase magistral con bastantes diferencias entre ellas; algunas emplean menos de 5 horas (28%), otras entre 5 y 10 horas (29%), otras entre 11 y 15 horas (12%) y algunas más de 15 horas (32%).

La mayoría de los APPs son bastante guiados (60%), tienen más de 8 semanas de duración y sirven para consolidar conocimientos previamente explicados, a pesar de que más de la mitad de los docentes (58%) consideran que también son un buen sistema para que el alumnado trabaje de forma autónoma. Los diseños en APP suelen incorporar visitas a empresas o charlas de expertos, además de valerse de actividades como puzzle, kahoot o scamper para consolidar conocimientos.

Para realizar el proyecto, en el 93% de las asignaturas los estudiantes disponen de documentos, normalmente dossiers colgados en el Moodle con toda la información para el planteamiento, desarrollo y evaluación del proyecto. En poco más de la mitad de las asignaturas, concretamente en el 52% de ellas, se ofrece a los estudiantes formatos estandarizados de documentos como actas de reuniones, derechos de imagen, reglas de expulsión, etc.

Se utilizan múltiples formas de seguimiento incluyendo tutorías obligatorias, opcionales, entregables, seguimiento en el aula, pruebas, presentaciones orales, etc. Pero el método más utilizado es el de tutorías, que se cita en más del 82% de las asignaturas.

Evaluación del APP

Los resultados muestran que los proyectos resultantes del APP se evalúan de forma oral en un 78% de los casos, en un 81% se defienden frente al resto de compañeros, y en un 80% intervienen todos los miembros del grupo durante la presentación, fomentando así que todos los integrantes del equipo sean conocedores del trabajo realizado durante el proyecto y que todos puedan llevar a la práctica la competencia de la expresión oral. En un 75% de las asignaturas se utilizan rúbricas de evaluación, ya que permiten tener en cuenta un amplio abanico de criterios y gradaciones a la hora de realizar evaluación, y en 67% están disponibles desde el inicio del proyecto, de forma que el estudiantado conoce qué se espera del proyecto y cuáles son los criterios clave de evaluación.

Analizando el impacto que tiene la evaluación del APP sobre la nota final, se observa que en un 40% la nota del APP supone menos de un 40% de la nota final, en un 28% representa entre el 40% i el 60% de la nota final, y en un 32% de los casos supone más del 60% de la nota final. Durante esta evaluación, en un 81% de los casos se evalúa tanto el resultado del APP (producto o servicio) como el proceso, y en un 19% de los casos sólo se evalúa únicamente el resultado. Cuando se evalúan ambas cosas (resultado y proceso), en un 31% de los casos ambos tienen el mismo peso, en un 55% el resultado tiene mayor peso en la evaluación final, y sólo en un 14% lo tiene el proceso.

Durante el despliegue del APP, también puede resultar muy interesante valorar competencias transversales como el trabajo en equipo, la expresión oral, la creatividad o la iniciativa. En este sentido, los resultados muestran una evaluación bastante equilibrada entre todas ellas, si se analizan de forma independiente (Fig. 6). Sin embargo, con un análisis más agregado, se

observa que la combinación de las cuatro competencias "trabajo en equipo, expresión oral, creatividad e iniciativa" es la que tiene un porcentaje mayor (28% de los casos), seguida de "expresión oral, creatividad e iniciativa" (26%), "creatividad e iniciativa" (18%), y finalmente "trabajo en equipo, creatividad e iniciativa" (12%).

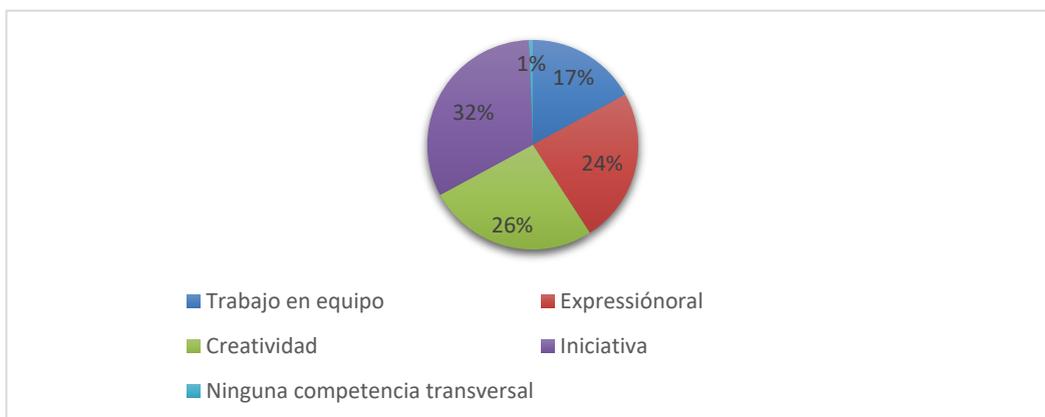


Fig. 6. Evaluación de competencias transversales en los APP.

CONCLUSIONES

Únicamente el 15,8% del total de las asignaturas impartidas en la EPS se planifican integrando el APP. Los APP se realizan mayoritariamente en asignaturas obligatorias y semestrales de 6 ECTS de 3º y 4º curso de Grado, en asignaturas de entre 16 y 30 estudiantes, con un profesor varón de más de 50 años que es normalmente Profesor Titular o Contrado Doctor con más de 20 años de experiencia docente. La mayoría de APPs tienen como resultado una memoria o programa informático que no se destina a un cliente externo a la Universidad. Los grupos de APP los forman los propios estudiantes y suelen constar de 3 miembros. El profesorado suele guiar bastante esta actividad de aprendizaje, que se alarga durante más de 8 semanas y va precedida o acompañada de clases expositivas. El seguimiento se realiza típicamente mediante tutorías y entregables. La evaluación se efectúa sobre el producto final y el proceso realizado, valorando el aprendizaje específico de cada materia, aunque de forma mayoritaria también se evalúan competencias transversales, incluye una presentación ante los compañeros y suele suponer menos de un 40% de la nota final.

El APP se ha demostrado un método robusto ante situaciones extraordinarias como la pandemia y, con un seguimiento adecuado, favorece la producción propia de conocimiento y no la obtenida por Inteligencia Artificial.

REFERENCIAS

Espinosa Mirabet, E.; Ferrer Real, I.; Giménez Leal, G.; Puig i Bargaés, J.; y Soler i Ortega, M. (2020). Guía práctica para implementar el aprendizaje basado en proyectos en la universidad. Documenta Universitaria.

World Economic Forum (octubre de 2020). *The Future of Jobs Report*.
https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf

EMID O16 Diseño y fabricación de máquinas de ensayo manuales para prácticas de Elasticidad y Resistencia de Materiales en las enseñanzas de Ingeniería

Eduardo Salete Casino^a, Eduardo Conde López^b, Claudio Bernal Guerrero^c, y María Villena Escribano^d

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Juan del Rosal 12, Madrid 28040: ^a esalete@ind.uned.es, ^b econde@ind.uned.es, ^c cbernal@ind.uned.es, ^d mwillena@ind.uned.es

Abstract

The creation of manual testing machines to enhance practical learning in engineering courses is proposed. These machines, compact, cost-effective, and safe, enable students to conduct tests on tension and flexion. Following their construction and successful use, it is concluded that they represent a significant advancement in education, offering a practical and participatory experience for students.

Keywords: Mechanics of materials, elasticity, laboratory, practice, machine.

Resumen

Se propone crear máquinas de ensayo manuales para mejorar la práctica en asignaturas de ingeniería. Estas máquinas, compactas, económicas y seguras, permiten a los estudiantes realizar ensayos de tracción y flexión. Tras su construcción y uso exitoso, se concluye que representan un avance significativo en la formación, ofreciendo una experiencia práctica y participativa para los alumnos.

Palabras clave: Resistencia de materiales, elasticidad, laboratorio, prácticas, máquina.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Uno de los aspectos más importantes de la formación a estudiantes de Ingeniería es la puesta en práctica de conocimientos tanto en el aula como en el laboratorio. Las prácticas en aula (ejercicios, búsqueda de información, etc.) son casi directas e individualizadas en la mayor parte de los casos. Sin embargo, no es así con las prácticas de laboratorio.

En algunas asignaturas puede ser sencillo realizar prácticas de laboratorio en las que el alumno realice la práctica en solitario o en grupos reducidos. Por ejemplo, prácticas de química o física elemental, en las que los instrumentos de laboratorio permiten una distribución espacial, su manipulación no es peligrosa para el alumnado (más allá de unas instrucciones de manipulación) y los resultados son fácilmente conseguibles.

Sin embargo, hay otras asignaturas en las que estas circunstancias no se dan en las prácticas de laboratorio.

La asignatura de *Elasticidad y Resistencia de Materiales*, presente en todas las titulaciones de ingeniería, es una de estas asignaturas en las que no siempre es posible realizar prácticas y en la que, en muchos casos, las prácticas se basan en la manipulación de máquinas por los técnicos de laboratorio, mientras los alumnos observan y toman notas. Los ensayos pueden ser muy diversos (tracción, compresión, flexión o torsión de barras, normalmente de acero) y se realizan en prensas hidro-neumáticas de elevado coste y cuya manipulación entraña un riesgo si no se realiza adecuadamente.

El presente artículo se centra precisamente en la elaboración de unos útiles de laboratorio

que permitan acercar las prácticas de Elasticidad y Resistencia de Materiales a los alumnos. Se sustituye o complementa la observación de estas máquinas anteriormente descritas por una manipulación real, por parte de los alumnos, en máquinas manuales sin peligro alguno, donde podrán observar cómo se deforma una probeta o flecta una viga. Podrán medir diferentes magnitudes para después trabajar con los resultados obtenidos.

METODOLOGÍA

La concepción de las máquinas de ensayo manuales para la realización de las prácticas debía atender a las siguientes premisas:

- Máquinas compactas. Por lo general, los espacios de laboratorio son reducidos en cuanto a capacidad de almacenaje, por lo que las máquinas a desarrollar no debían ser voluminosas.
- Económicas. Es necesario elaborar varias máquinas de cada tipo para que todos los alumnos tengan acceso a ellas.
- Robustas. Se trata de máquinas que manipularán los alumnos (no personal técnico) varias veces al año.
- Fácilmente reparables. En caso de sufrir desperfectos, éstos deben repararse de forma rápida y con bajo coste.
- Sencillas de usar. Los alumnos deben entender cómo emplearlas y los conceptos de su funcionamiento.
- Seguridad en su manejo. La manipulación de las máquinas no debe entrañar peligro alguno para los alumnos.

Todos estos conceptos se pusieron en común en el diseño de las máquinas. La mayor parte de los elementos que las componen se encuentran disponibles en ferreterías a coste muy razonable. Únicamente tienen un grado de especialización mayor los comparadores, aunque también son fácilmente adquiribles en tiendas o ferreterías especializadas. Además, la construcción de las máquinas es relativamente sencilla, pudiendo realizarse en el propio laboratorio de la Universidad.

Las máquinas son completamente manuales, sin mecanismos eléctricos ni electrónicos.

Se han diseñado dos tipos de máquinas:

- Máquina de tracción. El alumno aplicará una carga de tracción a una probeta y la irá aumentando. Puede registrar la deformación de la probeta y la carga aplicada (de forma indirecta).
- Máquina de flexión. El alumno dispone de una viga biapoyada con dos voladizos en los extremos y puede aplicar cargas en diferentes puntos (colgando pesos de la viga). Puede medir la flecha de la viga en el centro de vano y en los vuelos.

La máquina de tracción consiste en un chasis de aluminio tal y como se ve en la siguiente figura.



Fig. 1. Máquina de tracción.

El alumno coloca una probeta de plástico en las mordazas interiores. Las mordazas están unidas a dos piezas de acero verticales. La de la izquierda está sujeta en sus extremos superior e inferior, mientras que la de la derecha puede deslizar libremente en horizontal. Al aplicar una deformación, girando la tuerca moleteada, se pueden comprobar los desplazamientos de ambas piezas mediante los comparadores analógicos dispuestos. Así, la deformación que sufre la probeta es la diferencia entre ambas lecturas. Por otra parte, la carga aplicada debida a la deformación inducida en la tuerca moleteada puede medirse directamente a partir del comparador de la derecha, sabiendo que la carga y la deformación de la pieza de acero responden a una ley lineal (de constante K previamente facilitada al alumno).

Las probetas de plástico se fabrican también en el laboratorio empleando una impresora 3D.

La máquina de flexión, algo más voluminosa si se considera la viga de ensayos, puede verse en la siguiente figura.



Fig. 2. Máquina de flexión.

En este caso el funcionamiento es muy sencillo y directo: el alumno colocará diferentes pesos en los puntos de la viga habilitados a tal efecto y medirá las deformaciones en la viga, que podrá comparar con los valores analíticos. En esta máquina, es posible cambiar la viga de ensayos empleando vigas de acero, aluminio, diferentes espesores, etc.

RESULTADOS

Tras la fase de diseño se construyó una máquina de cada tipo (prototipo). Las medidas empleadas, materiales, espesores, rigideces, etc. Fueron satisfactorias, por lo que se procedió a fabricar el resto de las máquinas hasta un total de 10 máquinas de cada tipo.



Fig. 3. Máquinas fabricadas.

Se realizó una primera práctica de laboratorio con 32 alumnos, que se dispusieron en grupos de 2 o de 3, permitiendo que todos ellos manipularan los dos tipos de máquinas en la realización de los diferentes ensayos.

Además de la manipulación de las máquinas desarrolladas, los alumnos tuvieron acceso al sistema más clásico de laboratorio en los que un técnico les mostraba un ensayo de torsión en una pieza de acero y un ensayo de tracción sobre una barra de acero.

Las encuestas de satisfacción de los alumnos han sido muy positivas. Como puede verse en la siguiente figura, en la que se representan los resultados de las encuestas referentes a los tipos de ensayos, se valoró con mayor puntuación el uso de las máquinas manuales frente a los ensayos en máquinas pesadas, con medias muy superiores en todos los casos y con encuestas saturando el grado 10 de satisfacción.

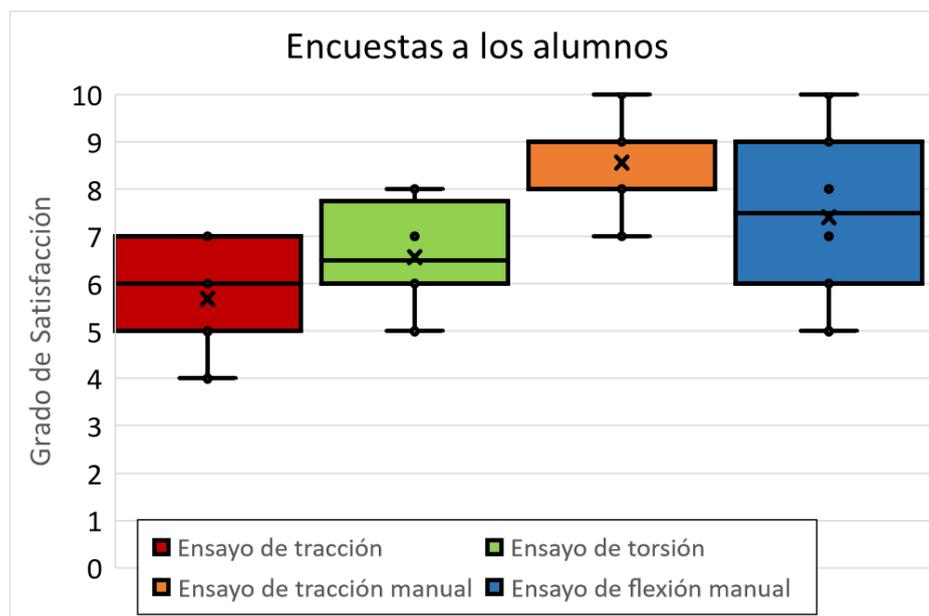


Fig. 4. Encuestas a los alumnos.

Como resumen de las observaciones realizadas por los alumnos, se recogen las siguientes (repetidas de forma general, aunque en diferentes términos):

“El hacer el ensayo manual permite aprender mejor cómo funcionan las cosas”.

“No es lo mismo verlo que hacerlo”.

“Me ha gustado poder ir cambiando las cargas para ver qué ocurre en cada caso”.

“Puedes equivocarte, pero de eso también se aprende”.

Por otro lado, también el interés de los profesores de la materia ha sido muy positivo. Se han podido realizar diferentes prácticas en las que se involucra mucho más al alumnado. Y el hecho de disponer de estas máquinas da pie a poder concebir diferentes tipos de ensayos empleando estas mismas herramientas.

CONCLUSIONES

Las máquinas realizadas supondrán un paso adelante en la formación de los alumnos. Es evidente el gran impacto que han tenido y que tendrán en los próximos cursos.

Se trata de máquinas muy asequibles tanto en coste como en construcción, que han podido ensamblarse íntegramente en el laboratorio de la universidad. Esto se traducirá por un lado en un mantenimiento de coste reducido y por otro lado, en la facilidad de construir nuevas máquinas para reducir el número de alumno por máquina si se considera necesario.

Los dos tipos de máquinas desarrollados suponen un comienzo que se irá desarrollando con el diseño de otros tipos de máquinas que permitan a los alumnos realizar prácticas de diferente naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado gracias al Proyecto Institucional de mejora de la calidad docente “Onsite and Online Mechanical Labs” del plan propio de la UNED, impulsado por el Vicerrectorado de Innovación Educativa, en la convocatoria 2023-2024.

También se quiere agradecer la participación de los profesores de la asignatura de Elasticidad y Resistencia de Materiales de la ETSI Industriales de la UNED y al personal de laboratorio que ha hecho posible la materialización de este proyecto.

EMID O17 El uso del debate como herramienta docente en la asignatura Ingeniería del Transporte

Daniel Trias^a, Narcís Gascons^a, y Norbert Blanco^a

^aDepartament d'Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. dani.trias@udg.edu

Abstract

The debate as a teaching method involves a tangible practice of soft skills such as oral communication and critical thinking. This presentation summarizes the experience gained during eight courses in the Transportation Engineering subject of the Master's in Industrial Engineering program. In this context, debates are organized on relevant topics within the subject area, prepared by students in groups and conducted during class. The outcomes of the practice are student engagement and attainment of the involved soft skills.

Keywords: debate, critical thinking, active learning.

Resumen

El debate como método docente implica una práctica tangible de habilidades blandas como la comunicación oral y el pensamiento crítico. Esta presentación resume la experiencia adquirida durante ocho cursos en la asignatura de Ingeniería del Transporte del Máster en Ingeniería Industrial. En esta, se organizan debates sobre temas relevantes en el ámbito de la asignatura, que los estudiantes preparan por grupos y se desarrollan en horario de clase. Los principales resultados de esta práctica son la buena implicación por parte del estudiantado y el alcance de las competencias transversales implicadas.

Palabras clave: debate, pensamiento crítico, aprendizaje activo.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La asignatura Ingeniería del Transporte es obligatoria en el plan de estudios del máster en Ingeniería Industrial. Aunque su temario varía ligeramente en las distintas Escuelas de Ingeniería en él se suelen considerar: ingeniería de vehículos y ferrocarriles, sistemas de elevación, sistemas de transporte interior en planta, logística, etc. Los temas tratados se abordan desde una perspectiva técnica y numérica, pero algunos de ellos tienen aspectos más descriptivos y un trasfondo muy relevante en la economía y la sociedad moderna.

En los estudios de Ingeniería Industrial en la Universitat de Girona se abordaron durante muchos años estos temas más descriptivos mediante una variación de la clase inversa: los estudiantes elaboraban un póster sobre un tema elegido de entre una lista propuesta por el profesorado y presentaban el contenido oralmente al resto de compañeros en clase. Entre la elección del tema y la presentación en clase se agendaban dos interacciones con el profesorado en las que se hacía un seguimiento del contenido del póster y de su presentación.

Con el paso de los años la desmotivación por parte de los estudiantes se fue acentuando y aunque el grupo que presentaba el tema solía hacerlo con interés, el resto de la clase no interactuaba y se mostraba distraído en las exposiciones. En cierto momento se decidió usar el debate como método de exposición oral que supusiera un mayor compromiso por parte de los estudiantes.

Algunos trabajos reseñan el uso del debate en educación universitaria: desde un enfoque comprensivo que sugiere numerosas opciones (Alford, 2002), centrándose en su metodología (Wilson, 2016), o en su tipología (Kennedy, 2007). También se han estudiado los beneficios de la argumentación como método pedagógico (Iwuanyanwu, 2022). En todos los estudios encontrados se presenta el debate como un método de aprendizaje activo que

implica diversas competencias transversales, principalmente expresión oral y pensamiento crítico. En estos estudios adicionalmente se ensalza el hecho que con el debate como método de aprendizaje se minimiza el efecto de la parcialidad del instructor (Goodwin 2003) y que también se practican las habilidades de escucha y atención de los estudiantes, ya que para rebatir mejor los argumentos del oponente primero es necesario su comprensión, cosa que implica su atenta escucha.

La gran mayoría de los estudios reseñados se centra en el uso del debate en los ámbitos humanísticos y sociales, aunque se pueden encontrar ejemplos de aplicación en asignaturas de planes de estudios de ingeniería: en Ciencia de Materiales (Hamouda, 2014), en la asignatura de Sostenibilidad y Diseño Mecánico (Alaswad, 2022) y, a nivel nacional, se reporta una experiencia de uso del debate con estudiantes del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (Hierrezuelo-Osorio, 2023). En todos ellos se trata de una experiencia puntual en la asignatura en cuestión.

En la presente comunicación se expone el uso del debate como método docente en parte integral del temario de la asignatura Ingeniería del Transporte del Máster en Ingeniería Industrial. Los objetivos generales del uso de este método son: promover la participación activa del estudiantado, así como dar respuesta real a la competencia *“Ser capaç d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.”* (Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios).

METODOLOGÍA

A principio de curso se presentan los temas de debate. Aunque la mayoría se mantienen del curso anterior, de manera que se garantice un cierto temario en la asignatura, es interesante renovarlos para acercarlos a algún suceso o tema de actualidad. Con cada debate se describe brevemente las dos posiciones a adoptar: “A favor” (AF) o “En contra” (EC). Los estudiantes forman grupos de 2 o 3 miembros y eligen una posición en un debate. Para el tema elegido, además del debate, prepararan un póster que describe los fundamentos teóricos del tema asignado, centrándose en la posición a defender. El póster revisado se comparte a través del Moodle de la asignatura y pasa a ser materia de ésta. La cronología de la actividad se adapta al calendario específico de cada curso académico, pero sigue las pautas:

Semana 1: Elección de tema

Semana 3: Tutoría de revisión y orientación (en horario de prácticas)

Semana 4: Control presencial/online del póster y argumentos

Semana 5: Realización de los debates en horario de clase

Desarrollo del debate

El desarrollo del debate se inspira en las ligas de debate existentes en muchas universidades e institutos, adaptadas al ámbito de la clase. En la Tabla 1 se resumen las distintas fases del debate.

Al finalizar el debate se abre el tema al resto de la clase, que puede aportar nuevos argumentos o formular cuestiones.

Tabla 1. Bloques y temporización del debate.

Bloque	Duración
Presentación del	7
Presentación	7
Argumentos AF	2
Argumentos EC	2
Argumentos/refutaciones	2
Argumentos/refutaciones	2
Conclusiones AF	1
Conclusiones EC	1
Total	2

Temas de debate

En la Tabla 2 se presentan los temas tratados en los distintos cursos. Como puede verse, algunos de ellos se han mantenido estables a lo largo de los años, mientras otros se han visto caducar. La actualidad también ha hecho reaparecer puntualmente temas que se habían abandonado (Autopistas gratuitas o de peaje).

Tabla 2. Temas de debate en cada curso. (*: modalidad no-presencial).

	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23	2023-24
Motores diésel: ¿a favor o en contra?								
Vehículos autónomos / uso de la IA en vehículos: ¿a favor o en contra?								
En las ciudades, ¿se debe promover el uso de la bicicleta (AF) o de VMP (EC)?								
¿Qué coche me compro: un híbrido (AF) o un eléctrico (EC)?								
¿Autopistas gratuitas (AF) o de peaje (EC)?								
Sistemas logísticos y comercio electrónico: ¿a favor o en contra?								
¿Los gobiernos deben promover el tren de alta velocidad (AF) o trenes de corta y media distancia (EC)?								
El uso de bicicletas en las ciudades: ¿debe ser libre (AF) o regulado (EC)?								
Zonas de bajas emisiones: ¿a favor o en contra?								
¿El vehículo del futuro es eléctrico (AF) o de hidrógeno (EC)?								

Evaluación

El peso de la actividad en la evaluación del curso es del 25%. En el examen final se incluyen algunas cuestiones de desarrollo breves (del tipo ventajas e inconvenientes, enumeración, etc.) sobre los temas tratados en los debates. El trabajo de Póster/Debate se evalúa mediante las rúbricas mostradas en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación para la actividad Póster.

Póster (50%)	1	2	3	4	5
Encabezado con: Título del póster, asignatura, nombre del máster y curso, nombre de los miembros del grupo	Ninguno	1 de 4 elementos	2 de 4	3 de 4	Todos los elementos del encabezado
¿Es legible en un A4?	No	Mayoritariamente no	La mitad del contenido legible	Mayoritariamente sí	Sí
Las figuras y tablas indican las fuentes bibliográficas	Ninguna	Solo algunas	La mitad del contenido legible	La mayoría	Todas
Sección de referencias	No existe	Fuentes de baja calidad técnica o mal referenciadas	Poca variedad de fuentes o errores en las referencias	Algún error o fuente de poca calidad técnica	Fuentes de calidad y variedad, bien referenciadas
Estructura	Caótica	Cuesta seguir el flujo de ideas	Cuesta seguir el flujo de ideas, pero es comprensible	Algún apartado fuera de la estructura o alguna duda en el flujo de lectura	Se lee y entiende claramente en su totalidad
Contenido	Contenido muy poco técnico	Buena parte del contenido adecuado, pero con contenido excesivamente simple		Mayor parte del contenido adecuado para MUII	Propio de una asignatura de MUII
Diseño	El diseño dificulta la lectura y comprensión	Algunos aspectos mejorables	Simple pero efectivo	Algún elemento que llama la atención	Atractivo y original
Conclusiones	Inexistentes	Poco trabajadas: no basadas en datos o información técnica	Mejorables: casi nunca basadas en datos e información técnica relevante	Algún aspecto mejorable: algunas poco fundamentadas	Bien Elaboradas: basadas en información técnica o datos relevantes

Tabla 4. Rúbrica de evaluación para la actividad Debate (50%)	1	2	3	4	5
Exposición del póster	Confusa. Poco preparada. Poco coordinada o mal distribuida entre los distintos miembros.	Muy mejorable. Poca coordinación entre miembros del grupo. Algún miembro del grupo poco preparado	Algún aspecto mejorable. Los distintos miembros del grupo se coordinan bien.	Ordenada y clara por parte de todos los miembros del grupo	Interesante, divulgativa, destacando aspectos importantes, por parte de todos los miembros del grupo
Respeto al contrincante	Interrupciones frecuentes al contrincante. Faltas de respeto	No se respetan los turnos en alguna ocasión.	Algunas faltas de respeto a los turnos o contrincantes	Una falta de respeto a los turnos o contrincantes	Ejemplar: escucha y aprende de las explicaciones del otro grupo.
Uso del lenguaje	Uso de vocabulario poco técnico y expresiones excesivamente coloquiales	Se usa algún término técnico, pero generalmente se usan expresiones excesivamente coloquiales	Mezcla de lenguaje técnico y coloquial	Algún término técnico usado erróneamente	Usa vocabulario técnico adecuado y expresiones formales
Argumentaciones	Sin elaboración alguna		Ocasionalmente se presentan argumentaciones elaboradas		Argumentaciones elaboradas, aportando datos y fuentes nuevas
Refutaciones	Sin preparación	Muy pocas argumentaciones del oponente tienen respuesta	La mitad de las argumentaciones del oponente se responden	Se sabe responder la mayor parte de los argumentos del oponente	Se tienen respuestas para casi todas las argumentaciones del oponente
Conclusiones	Inexistentes	Poco trabajadas	Mejorables	Algún aspecto mejorable	Bien Elaboradas

RESULTADOS

La actividad se ha realizado este curso por octava vez y, como en ediciones anteriores, ha resultado muy satisfactoria para el profesorado y los estudiantes. Es cierto que hay que presentarla correctamente el primer día de clase. El estudiantado al principio se sorprende ligeramente pero poco a poco se implica más y más en la actividad. Para ello son muy útiles las tutorías de orientación que se hacen entre la elección del tema y el debate final. Es importante dejarles claro que nadie “gana” o “pierde” el debate y que se trata de una manera de enfocar los aspectos positivos y negativos de alguna tecnología, concepto o tema de actualidad. Sucede a veces que un grupo de estudiantes tiene que defender una posición con la que no está del todo de acuerdo. En tal caso se le invita a teatralizar su presentación en el debate. En las últimas ediciones se ha detectado una tendencia del estudiantado a buscar un acuerdo rápido con el oponente y una solución de compromiso en el debate. En tales casos se les invita a posponer dicho acuerdo para el bloque de Conclusiones.

Como valoraciones se dispone de las encuestas realizadas por el Gabinete de Planificación Académica y de las respuestas al cuestionario de incidencias críticas. En las primeras raramente se reciben comentarios, exceptuando: *“El trabajo de debate/póster ha sido una actividad curiosa y entretenida, me parece muy buena idea hacer este formato de aprendizaje y sobretodo, los temas tratados y el nivel de análisis requerido (...)”* *“Valoro*

positivamente el tema de hacer los pósters y abrir un poco el debate”

En estos cuestionarios, los estudiantes destacan como hecho más positivo de la actividad Debate:

- Temas interesantes y de actualidad
- El formato de la actividad: forma dinámica de aprendizaje, forma divertida de aprendizaje
- Aprender a debatir con datos y hechos

Por el contrario, los hechos más negativos destacados por los estudiantes:

- Tiempo excesivamente limitado para el debate
- Peso en la nota final demasiado reducido
- La mayoría responden “Nada”.

A nivel cuantitativo, salvo excepciones muy puntuales, los estudiantes suelen obtener calificaciones elevadas en la propia actividad como en las preguntas realizadas en el examen final sobre los temas tratados en la actividad póster/debate.

CONCLUSIONES

Se considera que el uso del debate puede ser enriquecedor en muchas materias de los planes de estudio de ingeniería, aunque es cierto que posiblemente no sea apto para cualquier asignatura. Con este método se ejercitan de manera real las habilidades blandas como la expresión oral y el razonamiento crítico, pero también la capacidad de escucha y atención tan necesaria en las presentes generaciones de estudiantes. Se recomienda su uso en cursos avanzados de grado o máster.

REFERENCIAS

LIBRO Y CAPÍTULO DE LIBRO:

Hierrezuelo-Osorio, J.M. Cano-Iglesias, M.J., López-Fernández, M.M. y Franco-Mariscal A.J. (2023). Promoting Critical Thinking Skills Through Debates in Engineering Education. A Case Study on Manufacturing. En Cakmacki actas de 15th Conference of the European Science Education Research Asociation, 28 Agosto – 1 Setiembre 2023, Cappadocia, Turquía.

ARTÍCULO DE REVISTA EN PAPEL Y ELECTRÓNICA:

Alaswad, A. y Junaid S. (2007). Debate as a tool in engineering and sustainability education. Proceedings of the 18th International CDIO Conference, Reykjacik, Iceland, June 13-15, 2022.

Aford, K. y Surdu J.R. (2002). Using in-class debates as a teaching tool. 32nd ASEEIEEE Frontiers in Education Conference, November 6-9, 2002, Boston, USA.

Goodwin, J. (2003). Students’ Perspectives on Debate Exercises in Content Ara Classes. *Communication Education*, 52, 157-163. <https://doi.org/10.1080/03634520302466>

Hamouda, A.M.S. y Tarlohan F. (2015). Engaging Engineering Students in Active Learning and Critical Thinking through Class Debates. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 990-995. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.379>

Iwuanyanwu, P. (2022). What Stuydents Gain by Leaning Through Argumentation. *International Journal of Teaching and Leaning in Higher Education* 34(1), 97-107.

Kennedy, R. (2007). In-class Debates: Fertile Ground for Active Learning and the Cultivation of Critical Thinking and Oral Communication Skills. *International Journal of Teaching and Leaning in Higher Education* 19(2), 183-190

Wilson, M. y Williams-Brown, Z. (2016). The complexity of in-class debates in Higher Education: student perspectives on differing designs. *Educationalfutures*, 7(2), 14-28. Disponible en: <https://educationstudies.org.uk/?p=5400> [Visitado 02 May, 2024].

EMID O18 "Escape Room": estrategia para la captación de talento y vocaciones en estudios STEM. Caso de la Escuela Politécnica Superior de Córdoba

Francisco Ramón Lara Raya^a, Isabel M^a Moreno García^b, Aurora Gil de Castro^c, Victoria Arena Ramos^d, Francisco Comino Montilla^e y Ezequiel Herruzo Gómez^f

^{a,b,c,d,e,f}Universidad de Córdoba ^ael1laraf@uco.es, ^bp92mogai@uco.es, ^cp32rogia@uco.es, ^dp62arrav@uco.es, ^efrancisco.comino@uco.es, ^feze@uco.es

Abstract

Gamification has become an effective tool in educational environments. Here, it is discussed how the 'escape room' can attract talent or vocations towards STEM studies, specifically in engineering, among pre-university students. A methodology of implementation, design, content, and structure is presented, based on previous research, and conclusions are offered regarding its relevance of use and results, in the case of a virtual escape room, within the activities with pre-university profiles of the Escuela Politécnica Superior de Córdoba.

Keywords: Gamification, Escape Room, STEM, Vocations, Talent.

Resumen

La gamificación se ha convertido en una herramienta efectiva en entornos educativos. Aquí se expone cómo el "escape room" puede atraer talento y/o vocaciones hacia estudios STEM, específicamente en ingeniería, entre estudiantes en etapas preuniversitarias. Se presenta una metodología de implementación, diseño, contenidos y estructura, basada en investigaciones previas, y se ofrecen conclusiones sobre su pertinencia de uso y resultados, en el caso de un escape room virtual, dentro de las actividades con perfiles preuniversitarios de la Escuela Politécnica Superior de Córdoba.

Palabras clave: Gamificación, Escape Room, STEM, Vocaciones, Talento.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La formación en STEM, acrónimo en inglés que hace referencia a Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) es fundamental para el desarrollo socioeconómico en siglo XXI. Sin embargo, la atracción de talentos jóvenes hacia estas disciplinas sigue siendo un desafío. Este trabajo tiene como objetivo mostrar cómo la gamificación tipo "escape room" puede abordar este reto, motivando a los estudiantes de etapas preuniversitarias a considerar sus estudios superiores en carreras STEM, con un enfoque específico en ingeniería industrial e informática.

Se aporta además como caso de uso, las titulaciones de grado impartidas en la Escuela Politécnica Superior de Córdoba (en adelante EPSC), como son los Grados en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Informática.

METODOLOGÍA

Se ha realizado una revisión de la literatura académica relacionada con el uso de estrategias englobadas bajo el término "gamificación", tanto en contextos más generales no asociados tradicionalmente al uso de este tipo de metodologías "non-game contexts" (Deterding, 2011) (Hamari, 2014), como de forma más específica en entornos educativos (Robertson, 2008) (Padilla, 2024). Es en este segundo ámbito en donde se aborda la efectividad de la gamificación tipo "escape room" en diferentes modelos y etapas formativas, así como otras investigaciones sobre los factores que influyen en la elección de carreras STEM

(Papastergiou, 2018) (Rodríguez, 2017) (Hernández, 2019), de donde se puede vislumbrar que la gamificación basada en “escape room” se postula como una herramienta eficaz para la atracción de talentos, así como para despertar el interés por estudios STEM.

Apoyada en estas suposiciones, desde la EPSC se propuso utilizar este tipo de estrategias basadas en gamificación, aplicada a la difusión y acercamiento al alumnado en etapas previas a la universitaria hacia los estudios STEM, y de forma particular hacia los estudios de grado que se imparten en la EPSC. En concreto, se diseñó un escape room en formato virtual, sobre la plataforma web Genially©, aprovechando todo su potencial y la experiencia de su amplia comunidad de usuarios, facilitando su acceso desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

A continuación, se muestran los parámetros de base para el diseño de un escape room de tipo general, así como los criterios para dotarlo de contenido y su estructura. También se muestra el diseñado en la EPSC y algunos de los resultados obtenidos, en base a un cuestionario asociado a la realización de éste por parte de estudiantes preuniversitarios.

FUNDAMENTOS DE DISEÑO DEL ESCAPE ROOM

Aunque parte de los fundamentos para el diseño de un escape room son aplicables, de forma general, a cualquier formato, el objeto del presente trabajo se centra en el caso de un escape room virtual, al cual se puede acceder desde cualquier dispositivo con conexión a internet. A continuación, se describen las principales características que deben contemplarse.

Conceptualización y narrativa.

El primer paso en el diseño de un escape room virtual es establecer un tema convincente que guíe la experiencia. Esto puede incluir ambientaciones diferentes, en función del “clima” que se desee generar, así como la temática hacia la que se enfoque. El tema debe ser coherente y ofrecer oportunidades para la creatividad y la exploración. En el caso del trabajo aquí presentado se eligió un entorno industrial, asociado a las titulaciones impartidas en la EPSC, en el que el usuario debe encontrar una clave numérica para poder escapar de una planta de una industria genérica, en la que se han quedado atrapados los operarios por un fallo en los distintos sistemas.

Por otro lado, la narrativa desempeña un papel crucial en la construcción de la atmósfera y la motivación de los jugadores. El escape room virtual debe contar con una historia intrigante que se desarrolle a medida que los participantes avanzan en el juego.

Los personajes, diálogos y pistas deben estar integrados orgánicamente en la trama, creando un sentido de inmersión y urgencia. En este caso se optó por la necesidad de reestablecer algunos de los servicios principales de la planta industrial, con objeto de habilitar la salida de emergencia y poder escapar así de una inminente explosión del reactor. La figura 1 muestra el primer mensaje que describe la situación de partida.



Fig. 1. Pantalla inicial de contextualización de la misión y situación de partida

Diseño de Acertijos y Desafíos.

Los acertijos y desafíos en un escape room virtual deben ser diversos en naturaleza y nivel de dificultad. Esto garantiza que haya algo para todos los tipos de jugadores, desde enigmas lógicos hasta rompecabezas físicos o basados en la observación. La progresión de la dificultad debe ser equilibrada para mantener el interés de los participantes sin frustrarlos.

Por otro lado, la integración de la temática debe ser tal, que los acertijos y desafíos deben estar estrechamente relacionados con el tema. Con ello se fortalece la cohesión narrativa y aumenta la inmersión. En el escenario industrial propuesto, los jugadores tienen que superar distintas pruebas de diferente dificultad, asociadas a la temática de los estudios STEM impartidos en la EPSC, como son el reparar los sistemas de alimentación eléctrica mediante la aplicación de teoremas y principios básicos de ingeniería eléctrica, resetear el servidor central configurando la palabra clave con código ASCII, propio de la ingeniería informática, reducir la temperatura del reactor a través de la correcta alimentación de los led de un dispositivo electrónico tipo 7 segmentos, utilizado en ingeniería electrónica, o reparar el mecanismo de engranajes de la puerta de emergencia, haciendo uso de conocimientos básicos de ingeniería mecánica. De este modo se vincula el contenido y desarrollo hacia el objetivo principal de captación de talento y vocaciones a los estudios en dicho centro. La figura 2 muestra esta integración a través de las pantallas que narran los distintos desafíos o misiones.



Fig. 2. Pantalla narrativa de una de las pruebas y vinculación a las titulaciones de la EPSC

Interactividad y Tecnología.

La elección de la plataforma de juego es fundamental para el diseño de un escape room virtual. Desde opciones que incluyen aplicaciones móviles, a plataformas de realidad virtual y/o juegos en línea.

Cada plataforma tiene sus propias capacidades y limitaciones, por lo que es importante seleccionar la que mejor se adapte al concepto y alcance del juego. En el caso elegido por la EPSC se pensó en utilizar toda la potencialidad y experiencia de una plataforma comercial muy extendida en el ámbito académico, como es Genially©. Además, cuenta con una comunidad de usuarios muy activa y colaborativa, lo que permite reutilizar código de otros usuarios, así como escenas y elementos interactivos, adaptándolos a las necesidades propias de cada escape room. Estos elementos interactivos pueden ser videos, imágenes, sonidos y/o animaciones, así como iconos o partes de la pantalla que dan acceso a información o al avance y/o retroceso en el juego, proporcionar pistas, revelar información o crear momentos de suspense. La interactividad aumenta la participación de los jugadores y enriquece la experiencia global. Las figuras 3 y 4 muestran un ejemplo de las pantallas correspondientes a la información sobre contenidos teóricos para afrontar y resolver los retos planteados, así como de los retos en sí.

The screenshot shows a screen titled 'El código ASCII'. It explains that ASCII is a standard for character representation in electronic devices. It then details how characters are converted to binary (8 bits) and provides a table for the binary value of the letter 'E'. Below the table, it shows the calculation: $0 + 64 + 0 + 0 + 0 + 4 + 0 + 1 = 69$. The final instruction is: 'Luego la letra "E" se codifica en Binario: 01000101'. The Genially logo is in the bottom left corner.

Posición	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
Valor decimal	128	64	32	16	8	4	2	1
Valor binario	0	1	0	0	0	1	0	1

Fig. 3. Pantalla de principios y contenidos teóricos para la resolución de uno de los retos.



Fig. 4. Pantallas interactivas de resolución de retos

Tras cada reto conseguido se muestra una pantalla que muestra el estado de consecución de la misión, así como una pista para descifrar la clave de salida en la pantalla final, que asigna un valor numérico a una letra. El jugador deberá memorizar la secuencia de números que componen la palabra clave para salir, que en este caso son las siglas de la Escuela Politécnica Superior de Córdoba (EPSC), y deberá introducirlo en un “cerrojo” tipo teclado numérico. La figura 5 muestra una de las pantallas de estado de consecución, así como la del cerrojo.



Figura 5. Pantallas de estado de consecución de la misión y teclado para salida

Testeo y Retroalimentación.

El proceso de diseño de un escape room virtual debe incluir pruebas e iteraciones continuas. Se debe probar el juego con usuarios reales para identificar posibles problemas de diseño, equilibrar la dificultad de los acertijos y recopilar comentarios sobre la experiencia general. En el caso de la EPSC, se aprovechó la plataforma virtual ORIENTAUCO, en la que los alumnos de distintos cursos de secundaria y bachillerato tendrían acceso a dicho escape, depurándose aquellos elementos que padecían cierta dificultad, bien técnica, o bien de comprensión de los retos.

La retroalimentación de los usuarios es esencial para optimizar la jugabilidad y la satisfacción del jugador. Se pueden realizar encuestas, entrevistas o análisis de datos para comprender mejor las preferencias y necesidades de la audiencia. Esta retroalimentación informada puede guiar ajustes finales antes del lanzamiento del escape room virtual. La EPSC, en sus diferentes actividades programadas con centros educativos de etapas anteriores a la universitaria, utiliza el escape room virtual aquí presentado, así como un formulario posterior, con preguntas sobre el perfil de los estudiantes para su segmentación y análisis posterior, de la dificultad y claridad de uso del propio escape room, así como sobre los objetivos globales de interés por los estudios STEM.

En concreto, las preguntas realizadas a los alumnos que realizaron este escape room virtual están divididas en tres bloques. Un primer bloque dedicado a datos de carácter personal y académico (edad, sexo, tipo y nivel de estudios, localidad de residencia, así como si se había planteado estudiar alguna ingeniería), que permitan una segmentación y clasificación de los perfiles de usuarios para un posterior análisis de los resultados. Un segundo bloque, centrado en el propio escape room, con preguntas relacionadas con el nivel de complejidad de los retos, temática, facilidad de uso, interés o el diseño de la historia, con objeto de conocer aspectos de diseño dignos de mejora. Por último, un tercer bloque

dedicado a conocer si después de realizar el escape room ha cambiado en algo su visión sobre las ingenierías en general y si elegiría alguna en particular de las ofertadas en la EPSC.

En el apartado de Resultados se presentan los datos recabados en una de las sesiones realizadas, dentro del programa de actividades en el que participa profesorado de la EPSC.

RESULTADOS

Tras la realización, tanto del escape room, como del test de realimentación en una experiencia con alumnos de altas capacidades, procedentes de varios centros e institutos de la provincia, los principales resultados arrojados fueron los mostrados en las figuras 6 y 7.



Figura 6. Resultados sobre datos personales de los usuarios (sexo, edad e interés por carreras STEM)

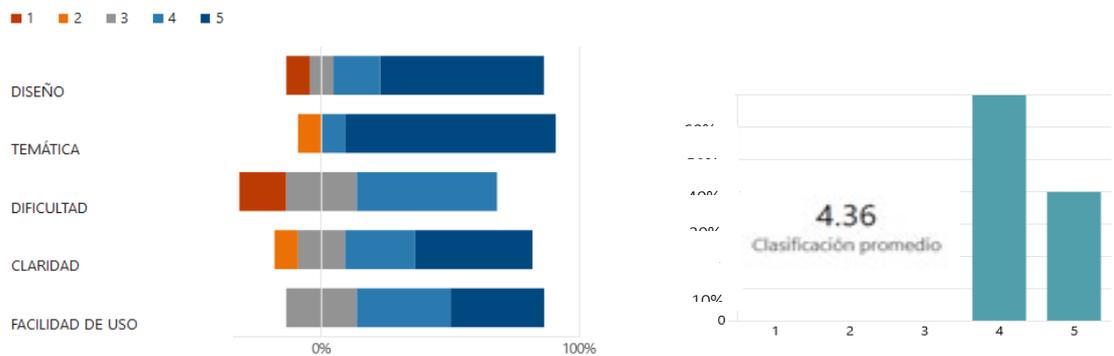


Figura 7. Resultados sobre del Escape Room (aspectos particulares y opinión general)

De los datos mostrados en las figuras 6 y 7 se desprende un interés claro de alumnos con altas capacidades, de distintas edades y nivel de estudios por las carreras STEM. Por otro lado, parece haber una buena opinión por los contenidos, aspectos de diseño y usabilidad, así como en términos generales del Escape diseñado, según los parámetros y características mencionadas, por lo que puede ser interpretado como un resultado más que aceptable.

CONCLUSIONES

La gamificación basada en escape room con fines educativos parece ser bien recibida mayoritariamente entre el alumnado que cursa etapas preuniversitarias, aunque el fácil acceso a plataformas interactivas obliga a prestar especial atención al diseño de los retos, la narrativa e interactividad, para conseguir los objetivos generales y específicos planteados.

Los escape rooms suelen requerir destrezas como resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo en equipo o habilidad de comunicación, fundamentales en disciplinas STEM, por lo que pueden fortalecerlas, e influir positivamente en la elección de carreras STEM.

Los usuarios de escapes rooms son habitualmente atraídos por desafíos intelectuales. Las carreras STEM también suelen involucrar este tipo de desafíos o resolver problemas complejos. Además, los escape rooms ofrecen experiencias prácticas donde los participantes pueden aplicar conceptos teóricos para resolver problemas concretos. Esta aplicación práctica de conocimientos podría despertar interés en áreas específicas de STEM.

Es importante considerar que estas conexiones son hasta ahora especulativas y no probadas empíricamente en estudios específicos, por lo que sería interesante explorar más a fondo esta posible correlación.

REFERENCIAS

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (pp. 9-15).
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? – A literature review of empirical studies on gamification. In Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences.
- Robertson, M., & Howells, C. (2008). Game-informed learning: applying computer game processes to higher education. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(3), 217-226
- Hernández, J. M., & Hernández, L. G. (2019). Análisis de la elección de estudios universitarios STEM en estudiantes de bachillerato en España. *Revista de Educación*, (384), 179-202
- Padilla, J., Parra, M., & Flores, M. (2024). Virtual Escape Rooms: a gamification tool to enhance motivation in distance education. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 27, núm. 1. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37685>
- Papastergiou, M. (2018). The Role of Gamification in Teaching and Learning Computer Science in Higher Education: A Literature Review. *Journal of Educational Computing Research*, 56(7), 1006-1031.
- Rodríguez, M., & Sáez, M. P. (2017). Estudio de las vocaciones científico-tecnológicas en España: evolución, situación actual y perspectivas de futuro. *Revista de Educación*, (376), 139

-

EMID O19 Experiencias matemáticas en la Setmana de l'Arquitectura i la Construcció de la Universitat de Girona

Esther Barrabés^a, Glòria Mateu^b, Marta Pellicer^c, Quim Tarradas^d

^aesther.barrabes@udg.edu, Dpt. Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística, EPS-UdG

^bgloria.mateu@udg.edu, Dpt. Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística, EPS-UdG

^cmarta.pellicer@udg.edu, Dpt. Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística, EPS-UdG

^dquim.tarradas@mmaca.cat, Museu de Matemàtiques de Catalunya, MMACA

Abstract

In this communication, we present a teaching experience carried out in the Mathematics subjects of the degrees in Architecture and Technical Architecture, aimed at using manipulative materials for concept visualization. This experience has been developed within the framework of the SAC (Week of Architecture and Construction) and has been well received by the participants. However, a review of the SAC is suggested to optimize the utilization of this activity.

Keywords: Mathematics, Construction, Leonard's domes, arches, teaching innovation.

Resumen

En esta comunicación, presentamos una experiencia docente realizada en las asignaturas de matemáticas de los grados en Arquitectura y Arquitectura Técnica que tiene por objetivo emplear materiales manipulativos para la visualización de conceptos. Esta experiencia se ha desarrollado en el marco de la SAC (Semana de la Arquitectura y la Construcción) y ha sido bien recibida por los participantes. No obstante, se sugiere una revisión de la SAC para optimizar el aprovechamiento de esta actividad.

TEMÁTICA DEL CONGRESO: Experiencia e innovación en metodologías docentes

Palabras clave: matemáticas, edificación, cúpulas de Leonardo, arcos, material manipulativo, innovación docente.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Des del curso 2021-2022, los estudios del ámbito de Edificación de la *Escola Politècnica Superior* (EPS) de la *Universitat de Girona* (UdG) vienen organizando la *Setmana de l'Arquitectura i la Construcció* (SAC). Se trata de un workshop, de duración semanal, que se realiza dos veces al año, y donde tienen lugar diversas actividades (talleres, visitas guiadas e itinerarios, visitas de obras, conferencias, etc) de temática relacionada con el ámbito de la Arquitectura y Edificación. Estas actividades están destinadas a toda la comunidad universitaria, pero especialmente a los estudiantes de los distintos cursos de los Grados de Arquitectura, Arquitectura Técnica y Edificación, y Máster en Arquitectura. En la última edición, se realizaron más de 30 actividades, con un total de 368 y 349 alumnos participantes en el primer y segundo cuatrimestre respectivamente .

Por otra parte, nuestro departamento imparte las asignaturas de matemáticas y estadística de estos grados. En ellas, intentamos siempre contextualizar el contenido con ejemplos prácticos matemático-arquitectónicos. A ello ha contribuido también las discusiones y trabajo del *Grup d'innovació docent materials per a matemàtiques (MxM, UdG)*, del que formamos parte.

Por todo ello, y ya desde un inicio, nos pareció interesante participar en este evento. Nuestra propuesta consiste en la organización de dos talleres teórico-prácticos, en los que los estudiantes pueden explorar y comprender el contenido matemático que subyace en elementos constructivos comunes. Ambos talleres se llevan a cabo en colaboración con el *Museu de Matemàtiques de Catalunya (MMACA)*.

El primer taller *“Pescant arcs per Girona”* (“Pescando arcos por Girona”), que se celebra en otoño, pretende describir e identificar distintos tipos de arcos de la Plaça del Vi (Girona), con sus particularidades constructivas y matemáticas. El segundo, *“Construint cúpules de Leonardo”* (“Construyendo cúpulas de Leonardo”) tiene lugar en la edición de primavera.

La finalidad de este tipo de actividades es visualizar y experimentar la presencia matemática en la vida cotidiana, especialmente en los elementos arquitectónicos que nos rodean. Más concretamente, los talleres tienen como objetivo principal abordar, de manera vivencial e interactiva, algunos aspectos y conceptos matemáticos relevantes para los estudios de arquitectura y edificación.

En los siguientes apartados, queremos compartir la experiencia en la realización de estos talleres, que combinan las explicaciones teóricas con la práctica constructiva de los elementos descritos.

METODOLOGÍA

Ambos talleres están realizados en colaboración con expertos del *Museu de matemàtiques de Catalunya* (MMACA), asociación dedicada a promover la divulgación y el aprendizaje de las matemáticas a través de exposiciones interactivas y actividades educativas. Siguiendo esta metodología hemos planteado dos talleres manipulativos que permiten a los alumnos experimentar de forma interactiva algunos aspectos de las matemáticas presentes en el ámbito de la construcción.

Taller 1: “Pescant arcs per Girona”.

Esta propuesta parte de la actividad “Ruta Matemàtica per Girona”, organizada por el

Ajuntament de Girona y ADEMG (Associació d’Ensenyants de Matemàtiques de les comarques Gironines). Esta ruta, estrenada en 2017, consiste en visualizar diferentes conceptos matemáticos en un entorno urbano y cotidiano, en concreto en diferentes espacios del Barri Vell de Girona. Una de estas propuestas, justamente, se desarrolla en la Plaça del Vi, donde se observan y reconocen distintos tipos de arcos y algunas de sus características.

El taller de la SAC tiene el punto de inicio en esta plaza del centro de la ciudad. Allí, se empiezan explicando y localizando los arcos más simples, para ir pasando a arcos más elaborados. Así, los estudiantes pueden observar arcos como el de medio punto, el escarzano, el elíptico o el carpanel. De todos se explican propiedades tanto matemáticas como constructivas y arquitectónicas.

A partir de material proporcionado al alumnado, éste puede reconocer y comprobar de manera práctica e interactiva las características y propiedades matemáticas de estos arcos.

Cada arco se aborda de manera diferente, empleando materiales y métodos distintos. Así, por ejemplo, para comprender el arco escarzano, se proporciona a los estudiantes plantillas transparentes para verificar su forma. En el caso del arco elíptico, se emplean cuerdas, cintas métricas y otros materiales para explorar las propiedades de la elipse como lugar geométrico (Fig. 1). En el caso del arco carpanel, se identifican los centros de las circunferencias que lo conforman a partir de las dovelas, y se verifica su estructura mediante transparencias y el software Geogebra.

Finalmente, se propone a los alumnos que busquen arcos similares por el Barri Vell de la ciudad, fotografiándolos y compartiéndolos con el resto del grupo.



Fig. 1. Imágenes del taller de arcos

Taller 2: “Construint cúpules de Leonardo”.

Las cúpulas de Leonardo son estructuras de configuración esférica autosostenibles que se construyen a partir del solapamiento mutuo de *bastones* siguiendo ciertos patrones geométricos (teselaciones). La idea se basa en los puentes autosostenibles de Leonardo da Vinci. Estas cúpulas, aunque nunca se construyeron durante la vida de Leonardo, han inspirado diversos proyectos arquitectónicos (*Roelofs, 2008; Song et.al, 2013; Azefi and BahremandiTolou, 2019*). Este taller consiste en una primera parte más teórica donde se explican los principios arquitectónicos básicos que se esconden detrás de este tipo de construcciones (descubrimiento y principios basados en los experimentos de Leonardo da Vinci, teselaciones, *curvatura, simulaciones con GeoGebra, ...*). Se hace énfasis en comprender que la curvatura de la cúpula está directamente relacionada con la profundidad de las muescas de las piezas y las distancias entre éstas. Además, se explican las distintas cúpulas que se pueden obtener a partir de la misma pieza, destacando las posibilidades de diseño que ofrece este proceso constructivo. En esta primera parte, de unos 45 minutos de duración, los alumnos pueden empezar a manipular piezas de 15 cm para construir pequeñas cúpulas a partir de distintos patrones (Fig.2). Estos conceptos se trabajan de manera práctica en la segunda parte del taller (de unos 60 minutos de duración), donde se construyen cúpulas de Leonardo con piezas de unos 50 cm, también siguiendo diferentes patrones geométricos y se analizan las distintas posibilidades que estas cúpulas ofrecen (Fig.2).

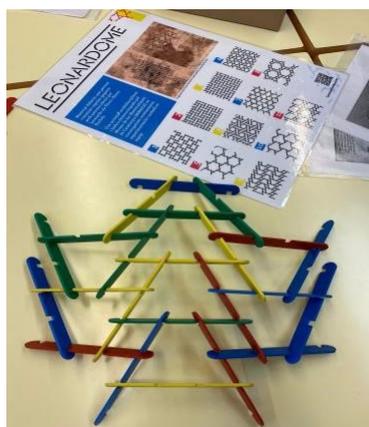


Fig. 2. Imágenes del taller de cúpulas de Leonardo

RESULTADOS

Los dos talleres propuestos han sido muy bien recibidos por los alumnos participantes durante los tres cursos académicos en los que se han programado. A nuestro entender, constituyen una excelente oportunidad para trabajar conceptos matemáticos fuera del aula, de manera práctica y manipulativa, en línea con la filosofía promovida por el MMACA. Además, se aprovecha la actividad para complementar el currículum con conceptos matemáticos que habitualmente no se abordan en clase.

Sin embargo, se observa que, al tratarse de una actividad voluntaria y no requerida para aprobar las asignaturas de matemáticas, algunos estudiantes se inscriben, pero no se presentan al taller, sin avisar (ver Tabla 1). La baja asistencia final no es exclusiva de nuestros talleres y se nota especialmente en el segundo cuatrimestre, donde los alumnos tienen una mayor carga de trabajo y muchos optan por no inscribirse en la SAC y aprovechar la semana para estudiar. Cabe destacar que, durante el segundo cuatrimestre de este último curso, la organización de la SAC programó la actividad de las cúpulas simultáneamente a dos actividades obligatorias de otras asignaturas, lo que afectó negativamente a la asistencia y viabilidad del taller.

Tabla 1. Número de alumnos inscritos y participantes en los talleres de matemáticas de la SAC.

Curso	Inscripción	Asistencia
2021-2022, Q1 (arcos)	31	18
2021-2022, Q2 (cúpulas)	18	13
2022-2023, Q1 (arcos)	25	16

2022-2023, Q2 (cúpulas)	11	7
2023-2024, Q1 (arcos)	21	9
2023-2024, Q2 (cúpulas)	8	-

CONCLUSIONES

Después de algunos años realizando estos talleres, nos reafirmamos en el hecho que nos parece muy interesante aprovechar cualquier oportunidad para acercar la presencia de las matemáticas del día a día a todo aquel que esté interesado. Pero todavía nos parece más importante en el caso de alumnos del ámbito de la Edificación, ya que la presencia de matemáticas en su currículo es reducida, aunque los elementos matemáticos (constructivos, calculísticos y geométricos) están muy presentes en este ámbito. Disponer de actividades prácticas que permitan visualizar y experimentar esta realidad por parte de estos futuros profesionales nos parece importante.

En este sentido, llevamos tiempo pensando en cómo vincular más estas dos actividades a aspectos tratados en las dos asignaturas de primer curso que realizamos en los grados de

Arquitectura y Arquitectura Técnica y Edificación de la EPS. Sin embargo, el hecho de lograr que las actividades sean participativas para alumnado de cualquier curso (no solo para los que estén cursando asignaturas de matemáticas durante los talleres) sigue siendo un desafío para nosotros, y aún no hemos encontrado la fórmula adecuada para lograrlo.

En el apartado anterior hemos comentado también la disminución en la asistencia final de los participantes (respecto a los inscritos inicialmente). Como hemos dicho, este hecho no es exclusivo de los talleres de matemáticas, sino más bien general de la SAC. Incluso se observa que hay una cantidad importante de alumnos que no se inscribe en ninguna de las actividades que se realizan durante toda la semana. Además, hay que tener en cuenta que actualmente esta semana de actividades voluntarias (en su mayoría) tiene lugar en una semana lectiva normal del calendario académico, donde se suspenden las clases (que no se recuperan más adelante) para facilitar la asistencia del alumnado.

Por todo ello, des de las coordinaciones de los estudios implicados y la *Escola Politècnica Superior* (EPS), actualmente se está reconsiderando el formato y realización de la SAC. Habrá que observar cómo evoluciona de cara a los próximos cursos y, en consecuencia, cómo adaptamos nuestros talleres a este potencial nuevo formato.

REFERENCIAS

Azefi, M. and Bahremandi-Tolou, M. (2019). Design challenges of reciprocal frame structures in architecture. *Journal of Building Engineering*, Vol. 26, ISSN 2352-7102,

Roelofs, R. (2008). *Two- and Three-Dimensional Constructions Based on Leonardo Grids*. In: Duvernoy, S. (eds) Nexus Network Journal. Nexus Network Journal, vol 10,1. Birkhäuser Basel. https://doi.org/10.1007/978-3-76438728-0_3

Song, P., Fu, C., Goswami, P., Zheng, J., Mitra, N., Cohen-Or, D. (2013). Reciprocal Frame Structures Made Easy. *ACM Trans. Graph.* 32, 4, Article 94 (July 2013), 10 pages. <http://doi.acm.org/10.1145/2461912.2461915>.

Setmana de l'Arquitectura i la construcció, 1S 23-24: web. <https://www.udg.edu/es/eps/escola-politecnicasuperior/detall-activitats/es/coneix/la-udg/el-rector/eventid/37126>

Da Vinci, Leonardo (1475-1519). Codice Atlantico. <http://www.leonardodigitale.com>

Brasó, E. Les cúpules de Leonardo da Vinci. *Noubiaix: revista de la FEEMCAT i la SCM*, 2018, Núm. 42, p. 116126, <https://raco.cat/index.php/Noubiaix/article/view/350077>

Les cúpules de Leonardo. <https://mmaca.cat/moduls/cupules-leonardo/>

LEONARDOME. <https://www.leonardome.com/>

EMID O20 Estudio de la absorción en agua de la radiación infrarroja de un mando a distancia.

Santiago Ortuño-Molina^a, Adrián Garmendía Martínez^a, Juan C. Castro-Palacio^a, Juan A. Monsoriu^a

^aCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València, España

Abstract

In this work, the exponential behaviour of the absorption of infrared (IR) radiation as a function of the height of a water column was experimentally tested. For this purpose, a remote control has been used as a point source of IR radiation. The purpose of the experiment is twofold: on the one hand, it is the experimental verification of the natural law concerning the absorption of energy by transparent or translucent media. On the other hand, it is intended to introduce the smartphone as a measurement tool in laboratories of Secondary Education and first years of University.

Keywords: smartphone, infrared radiation, Acoustics, absorption, inverse of the square of the distance.

Resumen

El comportamiento exponencial de la absorción de la radiación infrarroja en función del grosor de una columna de agua se ha comprobado experimentalmente utilizándose un mando a distancia como fuente puntual. La intensidad de la señal IR se ha detectado utilizando una celda solar conectada a un altavoz. El sonido producido por la señal incidente en la celda se ha grabado con un smartphone para su ulterior edición y obtención de la intensidad de la señal.

El objetivo del experimento es doble: por una parte, se trata de la comprobación experimental de la ley natural relativa a la absorción de energía por los medios transparentes o translúcidos. Por otro lado, se pretende introducir el smartphone como herramienta de medida en laboratorios de Educación Secundaria y primeros cursos de Universidad.

Palabras clave: smartphone, radiación infrarroja, Acústica, absorción, inverso del cuadrado de la distancia.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente trabajo ha sido desarrollado en la Unidad Docente del departamento de Física Aplicada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV. Nuestro grupo desarrolla, desde hace más de una década, experiencias docentes de laboratorio sencillas encaminadas al aumento de la motivación del alumnado hacia el estudio de las asignaturas relacionadas con la física tanto en la Educación Secundaria (Obligatoria y no Obligatoria) y los primeros cursos del nivel universitario para las diferentes ingenierías. Por ejemplo, en los últimos años se han incorporado los sensores de los móviles al desarrollo de una amplia gama de experiencias de laboratorio, lo que ha repercutido muy favorable y positivamente en el interés y el rendimiento de los alumnos en la parte práctica de la ciencia básica y experimental.

Son muchos los trabajos que se ha ido publicando a lo largo de estos 10 años sobre el uso de todos los sensores que incorpora un smartphone (incluso de gama media-baja), y en este trabajo que se presenta haremos referencia a alguna experiencia comprobable con el uso del sensor de luz ambiental de un Xiaomi Redmi Note 7.

La ley del inverso del cuadrado de la distancia, por ejemplo, se puede encontrar en muchos contextos de la Física (Resnick, 1999; Gatzia, 2021; Williams, 1971). La disminución de una cantidad física con la distancia del inverso del cuadrado de la distancia se puede observar

en varias áreas de la Física, por ejemplo: en la gravitación, la electrostática, la radiación electromagnética o las ondas sonoras. Esto tiene que ver con la disminución geométrica de la intensidad de la emisión de una radiación de fuente puntual a medida que se propaga esféricamente en el espacio tridimensional. La eficiencia de las fuentes de luz puntuales se puede caracterizar mediante el uso del sensor ambiental del teléfono inteligente (Sans, 2017). Se probó experimentalmente la variación de la iluminancia medida con el sensor con la distancia al cuadrado inverso a la fuente. La ley de la distancia del cuadrado inverso también se utilizó para estudiar la velocidad y aceleración de una fuente de luz en movimiento en un plano inclinado (Kapucu, 2017) o para estudiar oscilaciones acopladas y amortiguadas (Sans, 2013).

En esta ocasión, sin embargo, se midió la absorción de la radiación infrarroja en función del grosor de una columna de agua. Dado que la cantidad de energía radiante absorbida por un medio depende del factor de absorción de dicho medio (λ cm) y de la intensidad de la radiación presente al comienzo de la capa de material, el comportamiento de la función que mide dicha absorción ha de ser exponencial decreciente, del tipo:

$$I(x) = I_0 \cdot e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)} \quad W \cdot m^{-2}$$

Dicho comportamiento exponencial de la intensidad de la señal se puede comprobar experimentalmente utilizando la señal IR de un mando a distancia considerado como una fuente puntual. La intensidad de la señal se mide con una celda solar conectada a un altavoz, quien emitirá un sonido cuando reciba corriente registrada por la celda. El sonido producido por la incidencia del pulso en la celda se graba con un smartphone y la intensidad (en unidades arbitrarias) se obtiene a partir de la edición del archivo de audio.

METODOLOGÍA

La Figura 1 muestra el montaje experimental utilizado en este trabajo para estudiar la absorción de la radiación infrarroja en agua. Utilizamos un mando a distancia sencillo, que se puede encontrar en cualquier hogar. En este caso se trata del mando a distancia de un SAMSUNG TV LED 75. La frecuencia infrarroja de este tipo de dispositivos suele ser de 300 THz. Cuando se presiona el botón de encendido, se emiten pulsos infrarrojos. La intensidad de la señal se ha obtenido en ambos casos mediante una celda solar conectada a un altavoz. El sonido que se produce en el altavoz al incidir la señal infrarroja en la celda solar se registra con la grabadora de audio de un smartphone. El audio obtenido se edita en un ordenador para determinar la intensidad de la señal. En este trabajo suponemos que la intensidad de la señal que se registra en el audio es proporcional a la intensidad de la señal infrarroja del mando a distancia.

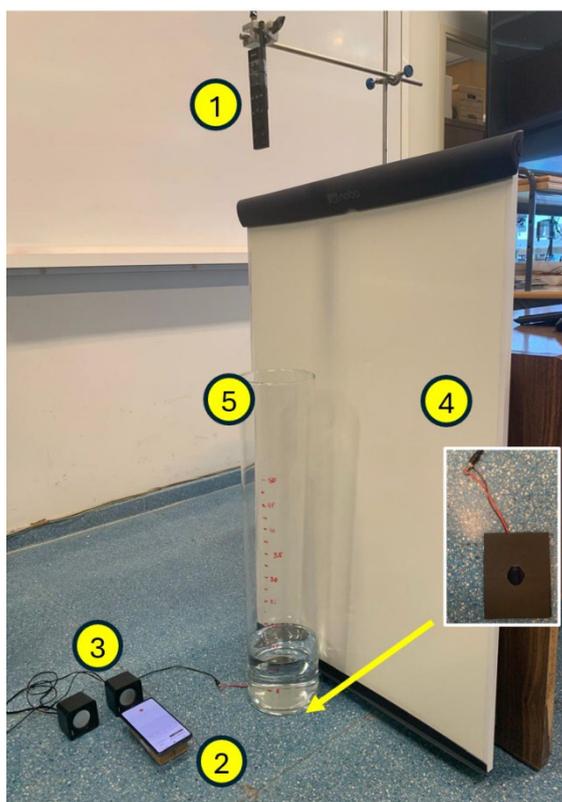


Fig. 1. Montaje experimental utilizado en este trabajo para medir la absorción de la señal infrarroja en una columna agua. El mismo incluye el mando a distancia (1), un teléfono inteligente (2), altavoces (3), una celda solar (4), ubicada debajo del jarrón cilíndrico (5) que contiene agua.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los resultados numéricos de las mediciones realizadas y que fueron registrados por el smartphone y en ella se representan los grosores de la capa de agua (x en cm) y las intensidades sonoras registradas por el smartphone (I en unidades arbitrarias, a.u.).

Tabla 1. Resultados de las mediciones.

Grosor x	Intensidad I (u.a.)	Grosor	Intensidad
0.0	7646.76	32.5	324.07
5.0	4572	35.0	257
7.5	3158.79	37.5	234
10.0	2200	40.0	174.88
12.5	1827.34	42.5	133.73
15.0	1501.27	45.0	131.15
17.5	1229.55	47.5	126.01
20.0	913.53	50.0	118.29
22.5	679.89		
25.0	537.56		
27.5	426.96		
30.0	372.94		

La Figura 2 muestra la vista editada del archivo de audio digital grabado con el teléfono

inteligente para diferentes alturas de la columna de agua en el jarrón de vidrio. Los picos representan los tres pulsos resultantes de presionar tres veces el botón de encendido del mando a distancia. En la Tabla 1 se ha representado, no obstante, la media aritmética de los tres pulsos registrados para cada uno de los grosores. Se han tomado medidas cada 2.5 cm de altura de la columna de agua. La distancia entre el mando a distancia y la celda solar se ha mantenido fija durante el experimento. En la figura se puede notar la variación de la amplitud de audio de manera decreciente para las diferentes distancias.

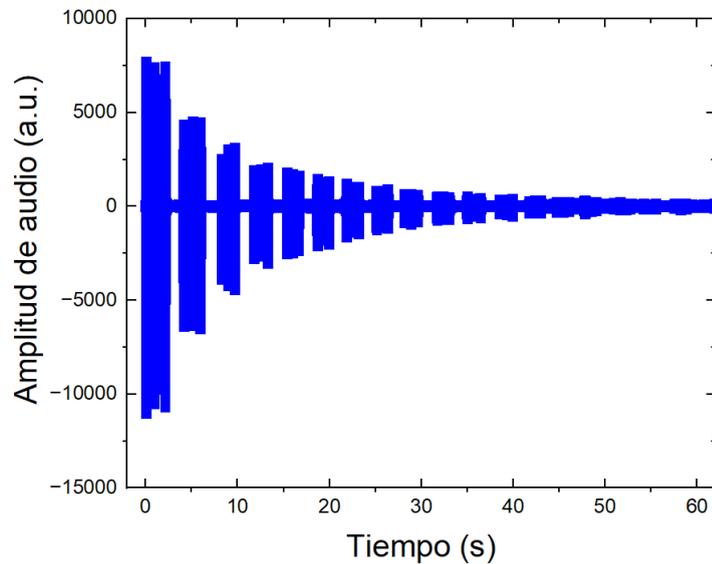


Fig. 2. Versión editada del archivo de audio que contiene el sonido producido por la señal infrarroja que incide sobre la célula solar. Se muestra la variación de la intensidad de la radiación infrarroja con la altura de la columna de agua. En este último caso la distancias entre picos consecutivos corresponden a 2.5 cm.

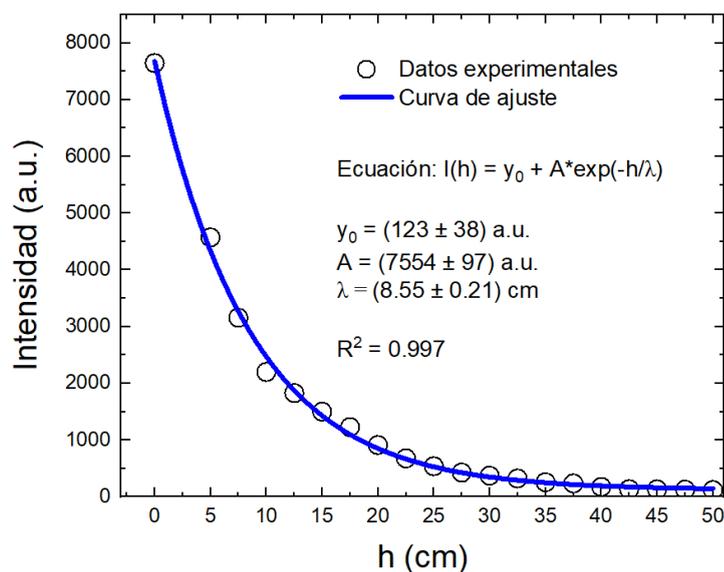


Fig. 3. Amplitud del sonido (proporcional a la intensidad de la señal infrarroja) en función de la altura de la columna de agua.

Los valores promedio de las intensidades máximas que se muestran en la figura 2 para cada altura de la columna de agua se han graficado en la figura 3. La función utilizada para realizar el ajuste a los datos experimentales está incluida en el gráfico. Se puede apreciar el excelente acuerdo del ajuste de los datos experimentales con una función de la intensidad de la exponencial decreciente con la distancia.

CONCLUSIONES

La disminución exponencial de la intensidad de la radiación infrarroja en función de la altura de una columna de agua se ha medido experimentalmente. El montaje es muy simple, contando solo de un mando a distancia, un jarrón cilíndrico con agua, una celda solar conectada a un altavoz y la grabadora de voz de un smartphone. La simplicidad del montaje experimental presentado en este trabajo permite su implementación fácil en cursos de Física de la enseñanza secundaria y de primeros años de universidad.

REFERENCIAS

- Gatzia D., Ramsier R. D. (2021). Dimensionality, symmetry and the Inverse Square Law. *Notes Rec.* 75, 333–347. <https://doi.org/10.1098/rsnr.2019.0044>.
- Kapucu S. (2017). Finding the acceleration and speed of a light-emitting object on an inclined plane with a smartphone light sensor *Phys. Educ.* 52, 055003. Doi:10.1088/1361-6552/aa7914.
- Resnick R., Halliday D. and Krane K. (1999). *Physics*. 4th edn (Mexico, DF: CECSA).
- Sans J. A., Gea-Pinal J., Gimenez M. H., Esteve A. R., Solbes J., and Monsoriu J. A. (2017). Determining the efficiency of optical sources using a smartphone's ambient light sensor. *Eur. J. Phys.* 38, 025301. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aa51a9>.
- Sans J. A., Manjón F. J., Pereira A. L. J., Gomez-Tejedor J. A., and Monsoriu J. A. (2013). Oscillations studied with the smartphone ambient light sensor, *Eur. J. Phys.* 34, 1349–1354. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/34/6/1349>.
- Williams E. R., Faller J. E., and Hill H. A. (1971). New Experimental Test of Coulomb's Law: A Laboratory Upper Limit on the Photon Rest Mass. *Phys. Rev. Lett.* 26, 721. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.26.721> .

EMID O21 Escape Room Educativo. Proyecto cooperativo interdisciplinar.

Antonio Ortega^a, Edna González^b, e Isabel Fernández^c

^{a,b,c} Florida Centro de Formación, C/Rei En Jaume I, nº 2, 46470, Catarroja, Valencia. aortega@florida-uni.es, egonzalez@florida-uni.es y ^c Universidad Internacional de Valencia (VIU), C/Pintor Sorolla, nº 21, 46002, Valencia. ifernandezg@professor.universidadviu.com

Abstract

Students from different University Degrees, using active methodologies, must design an educational escape room to develop various activities in the context of a Primary Education classroom. Educational experience encourages cooperation between individuals with different backgrounds by simulating a business structure where students from each degree will form the departments of didactics, design and electronics. Each department will be responsible for some specific aspects of the game, but their integration into a cohesive final product will be a shared responsibility.

Six educational games have been designed and can be implemented in the classroom with a high degree of interactivity, low cost and enhanced gaming experience thanks to the electronic components developed. This document presents the development and some conclusions that refer to the practice of having collaborated in different areas of knowledge.

Keywords: active methodologies, interdisciplinary team, educational escape room.

Resumen

A través de metodologías activas se propone el diseño de un Escape Room Educativo a un equipo interdisciplinar formado por alumnado de distintos grados universitarios que permita el desarrollo de varias actividades en el contexto de un aula de Educación Primaria. La experiencia educativa fomenta la cooperación entre individuos con distinta formación replicando una estructura empresarial donde el alumnado de cada titulación conformará los departamentos de electrónica, diseño y didáctica. Cada uno de los departamentos será responsable de algunos aspectos concretos del juego, pero su integración en un producto final cohesionado será responsabilidad compartida. El resultado de esta experiencia ha sido el diseño de 6 juegos educativos implementables en el aula con un alto grado de interactividad, bajo coste económico y mejora de la experiencia de juego gracias a los componentes electrónicos desarrollados. En este documento se detalla el desarrollo y las conclusiones que hacen referencia a la práctica de haber colaborado diferentes áreas de conocimiento.

Palabras clave: metodologías activas, equipo interdisciplinar, escape room educativo.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En un momento en el que todo es tan cambiante, los procesos de enseñanza aprendizaje deben ser constantemente revisados, evaluados y actualizados para adaptarse a las necesidades formativas. Para poder liderar la transformación de la educación superior, se ha creado un modelo educativo propio, Cooplearning[®], que aúna el aprendizaje cooperativo (Juarez-Pulido, 2019) y el aprendizaje basado en retos (De la Mano, 2018) y trata de responder a los retos a los que se enfrenta la formación superior desarrollando propuestas didácticas capaces de poner en relación la teoría con la práctica para conseguir un aprendizaje significativo.

El Cooplearning[®] (Nooritawati, 2011) conlleva la planificación y diseño de prácticas docentes que potencien la innovación y la creatividad poniendo en relación e integrando múltiples materias, áreas, disciplinas y saberes. Se trata de construir un aprendizaje en espiral

que entrelaza conocimientos, experiencias, emociones y vivencias. Todas las disciplinas se integran de manera holística en un mismo proyecto, consiguiendo la transferencia armónica de los aprendizajes desde el paradigma de la complejidad. Donde el profesorado trabaja cooperativamente y el alumnado es el protagonista de su propio aprendizaje a través de la investigación, la cooperación y el compromiso.

En definitiva, el objetivo de esta metodología es conseguir una educación integral y multidisciplinar que permita al alumnado desarrollarse plenamente como personas gracias a la propuesta de situaciones reales (retos), enmarcadas en el contexto que les ha tocado vivir.

El reto específico planteado al alumnado de diferentes áreas de conocimiento fue el de diseñar una experiencia de aprendizaje basado en juegos con apoyo de componentes electrónicos interactivos dirigida a alumnado de Educación Primaria.

METODOLOGÍA

El proyecto Escape Room Educativo (García, 2019) se llevó a cabo durante el curso académico 22-23 y fue guiado por tres docentes de diferentes áreas universitarias: Ingeniería, Videojuegos y Educación y Deporte. Por otro lado, el alumnado participante estaba cursando 2º del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, 1º del Grado en Diseño y Desarrollo de Videojuegos y Experiencias Interactivas y 4º del Grado Maestro/a en Educación Primaria. Las asignaturas implicadas en la experiencia interdisciplinar fueron Proyecto Integrado (Ortega, 2013), Proyecto I y Didáctica de la geometría, la medida y la probabilidad y la estadística, respectivamente.

El reto planteado al alumnado fue el de diseñar un Escape Room Educativo para potenciar el aprendizaje basado en juegos (Illescas, 2020) dentro de un aula de educación primaria, siendo indispensable contar con componentes electrónicos como modo de agregar una capa de interactividad, emoción y desafío, mejorando así la experiencia de los usuarios.

El rol del alumnado era conformar departamentos por áreas de conocimiento simulando la estructura de una empresa desarrolladora de juegos. Así, el alumnado de ingeniería constituyó el departamento de electrónica que tenía como metas el diseño de dispositivos controladores de tiempo y fases del juego, uso de periféricos de entrada y salida para mejorar la experiencia de juego y adaptación de enigmas, implementación de retos o minijuegos complementarios a la narrativa general del juego. El alumnado de videojuegos constituyó el departamento de diseño, encargado de la narrativa, game design (mecánicas de juego) y conceptualización artística. Finalmente, el alumnado de magisterio fue el encargado del departamento de didáctica, cuya responsabilidad fue la de presentar el contenido didáctico, creación de actividades lúdicas complementarias y redacción de una guía de trabajo para el docente. El total del alumnado se organizó en 6 equipos, del A al F, de entre 10 y 15 personas de cada uno, con igual número de participantes de cada área para desarrollar un escape room distinto cada uno.

Cada escape room cubría actividades vinculadas al área de matemáticas entre 4º y 6º curso de primaria como la simetría, los poliedros, las áreas, los polígonos, las teselaciones y las series.

Durante el primer semestre se realizó una primera sesión donde el departamento de didáctica (magisterio) comunicó al departamento de ingeniería y al de diseño, los requisitos, especificaciones y condiciones necesarias para llevar a cabo el proyecto. Estas fueron recogidas en el pliego de condiciones y briefing, respectivamente, para comenzar a trabajar en el primer prototipo. El resto de reuniones hasta el primer play testing fueron convenidas por el alumnado de manera autónoma, pudiendo disponer de las horas de las distintas asignaturas implicadas para llevar a cabo los ajustes y mejoras necesarios.

El primer play testing fue realizado con prototipos muy tempranos y rudimentarios, pero permitían comprobar la jugabilidad y funcionalidad de los diseños realizados desde los distintos departamentos. En esta experiencia fue el propio alumnado el que puso a prueba los escape

rooms de los compañeros, pudiendo recoger así comentarios de mejora.



Fig. 1. Imágenes del primer play testing

Por otra parte, el alumnado de Ingeniería presentó un informe de planificación a las tres primeras semanas de haber comenzado las clases y un informe a final de semestre donde se recogían todos los aspectos técnicos relativos a los diseños y programaciones realizadas sobre los componentes electrónicos. Adicionalmente, durante el primer semestre se realizaron sesiones de formación específica sobre programación C++, comunicación I2C, simulación de circuitos en LTspice® y diseño de placas de circuito impreso (PCBs) en Kicad.

Antes de finalizar el semestre se realizó una sesión intermedia de presentación, donde cada equipo defendió su prototipo jugable, reflexionando también sobre las fortalezas del producto y los aspectos a mejorar en los siguientes meses. Esta sesión se realizó con un tribunal formado por profesorado de las distintas titulaciones universitarias.

La colaboración del alumnado de magisterio solamente se dio durante el primer semestre, ya que después los y las discentes tenían que cumplir su periodo de prácticas fuera de la universidad.

Durante el segundo semestre el alumnado de videojuegos e ingeniería continuó desarrollando el prototipado de los distintos proyectos, contando con la ayuda de la docente del área de educación, como asesora didáctica, cuando así se requiriera. En este semestre se realizaron 2 play testings más, mediando entre ellos una sesión para realizar un informe de estado. Este dio lugar a la necesidad de crear un diagrama de flujo por cada escape room con el fin de poder dar un feedback más preciso por parte del profesorado antes del siguiente play testing. Para este fin se hizo uso de la herramienta Miro, una plataforma digital que permite trabajar en remoto la gestión colaborativa de proyectos y el diseño de productos.

El tiempo formal dedicado a reuniones y acompañamiento docente desde cada una de las áreas fue de 2 horas semanales, haciendo uso de las aulas de cada asignatura de manera ordinaria y reservando otras instalaciones para realizar reuniones y los propios play testings. Para las sesiones de play testing, eran necesarias tantas aulas como juegos, pues la experiencia debía simular a la que se viviría en un aula de primaria, habiendo escape rooms que abarcaban la totalidad del aula.

Una vez terminados los prototipos se organizó una sesión interna para testear la jugabilidad y finalidad didáctica de los diseños. Adicionalmente, se realizaron los informes finales de los departamentos y de estos, se han extraído las reflexiones del alumnado de ingeniería sobre el beneficio de la realización del proyecto cooperativo interdisciplinar recogidas en el apartado de conclusiones del presente documento.

Finalmente se llevó a cabo una exposición dónde, además del alumnado, acudió el profesorado de las distintas titulaciones, representantes de empresas externas y el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Valencia (COGITI Valencia).

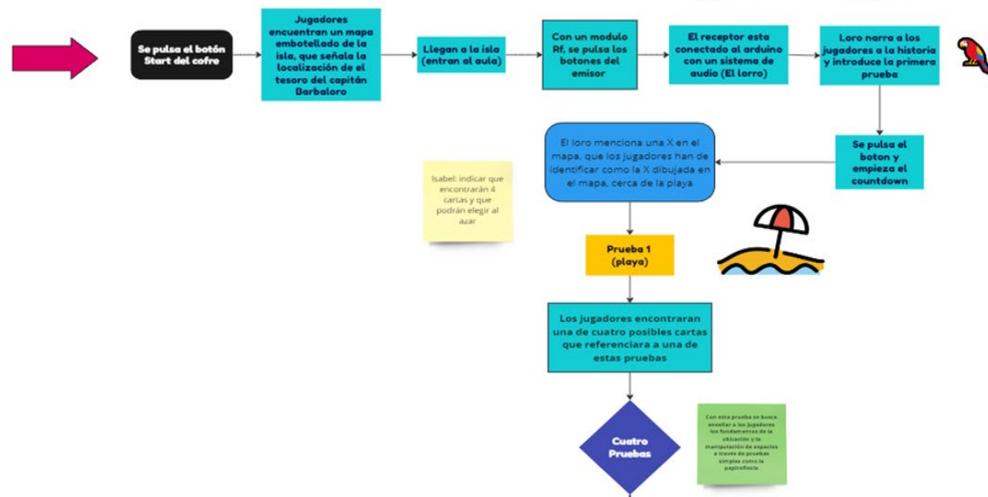


Fig. 2. Extracto diagrama de flujo de presentado por el equipo B

RESULTADOS

El resultado final del proyecto interdisciplinar fue la creación de 6 prototipos de Escape Room Educativo. Todos ellos contaron con dispositivos electrónicos que mejoraron la experiencia de juego. En cuanto al diseño artístico y mecánicas de juego se obtuvieron diferentes propuestas, como juegos con tableros y cartas, juegos con puzzles cuyas piezas se crearon con impresoras 3D y experiencias donde se utilizaba un espacio para recrear la narrativa.

En lo referente al departamento de electrónica, compuesto por alumnado de ingeniería, todos los grupos simularon, diseñaron y soldaron los componentes de una pequeña fuente de alimentación de 1A con dos salidas reguladas.

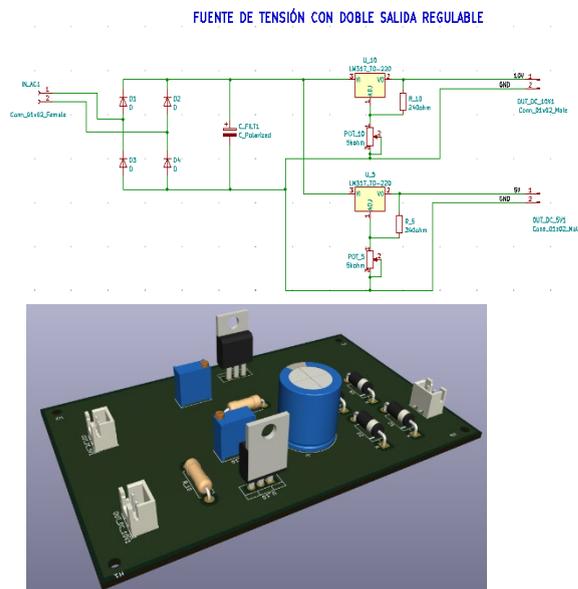


Fig. 3. Esquema eléctrico y vista 3D de fuente de alimentación

Además cada grupo implementó distintos dispositivos que complementaban la narrativa del juego, entre los que se encontraban, presentación de información en displays 7 segmentos, pantallas LCDs o pantallas OLED, comunicación por radiofrecuencia para interconectar los distintos dispositivos ubicados dentro de la habitación, uso de mensajería vocal para orientar al jugador durante el transcurso de su aventura, medición de tiempos y establecimiento de fases durante el juego, uso de teclados y cerraduras electrónicas para avanzar en las misiones, etc.

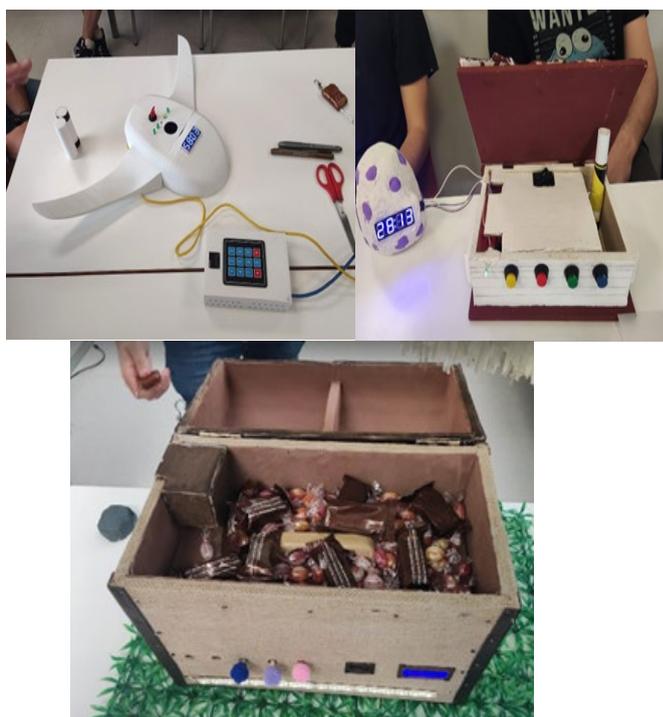


Fig. 4. Muestra de los distintos dispositivos diseñados

En cuanto a la percepción del alumnado del proceso de aprendizaje propuesto, se ha considerado oportuno analizar las encuestas de los últimos cinco cursos de Proyecto Integrado, concretamente se han analizado los ítems de la encuesta más relacionados con el carácter interdisciplinar del proyecto desarrollado. Los aspectos analizados han sido:

1. Mejora tu formación.
2. Desarrolla las competencias y aptitudes necesarias para tu futuro profesional.
3. Promueve la conexión con el entorno socio-económico actual.
4. Complementa tu desarrollo personal.
5. Hace más atractivo tu proceso de aprendizaje.

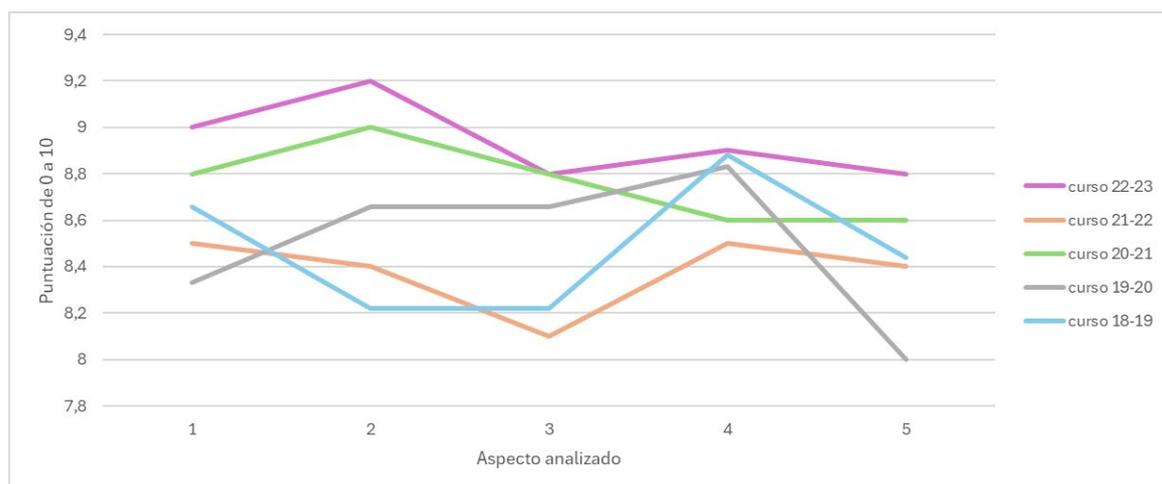


Fig. 5. Evolución de los 5 ítems analizados

Los datos de la gráfica muestran que prácticamente la totalidad de ítems analizados durante el curso 22-23 se sitúan por encima de cursos anteriores. Destacar el ítem 2 “Desarrolla las competencias y aptitudes necesarias para tu futuro profesional.” que alcanza una valoración de 9.2 sobre 10 de un total de 20 encuestas realizadas.

CONCLUSIONES

En este apartado mostramos algunas de las opiniones expuestas por el alumnado de ingeniería que reflejan el beneficio de haber realizado un proyecto interdisciplinar Cooplearning®.

Cabe destacar que, a pesar del escepticismo inicial mostrado por la mayoría del alumnado de ingeniería frente a la propuesta de trabajar juntamente con alumnado de otras áreas de conocimiento, finalmente ha valorado positivamente el desarrollo del proyecto interdisciplinar.

Grupos E y F: *Respecto al trabajo de cooperación con alumnos de otras áreas, como magisterio y diseño de videojuegos, cabe destacar que ha sido beneficioso para todos, ya que desde el primer momento ha habido una buena organización y se han llevado a cabo reuniones semanales y a su vez se han podido abarcar varios ámbitos y se han aportado conocimientos e ideas desde puntos de vista diferentes.*

Grupo D: *[...] hemos aprendido a trabajar en grupo, ya no únicamente con gente con la que estás acostumbrado a trabajar, como son los compañeros de la misma carrera, sino también con compañeros de otras áreas, sincronizándonos con ellos y llevando a cabo una serie de tareas mencionadas en la metodología.*

Grupo B: *desde el minuto uno hemos tenido problemas con cada uno de los departamentos, tanto magisterio, como videojuegos, e incluso, a veces, conflictos internos dentro de Ingeniería, no solo porque se quería crear un juego de manera determinada sino también por el cómo se debió de hacer. Todo ello nos ha hecho ver que en el mundo real las cosas no van tan fluidas como nosotros pensábamos, y que sí funcionan, es gracias a personas que son capaces de tirar del carro y sacar el proyecto adelante. Si volviéramos a empezar de cero estaría clarísimo que cambiaríamos cosas que no nos gustan, como la organización, la distribución de tareas e incluso el método de funcionamiento de este grupo. Porque, todo hay que decirlo, en ocasiones nos hemos visto con el agua en el cuello para poder terminar una cosa a tiempo dentro de los plazos establecidos.*

Como se puede observar, cuatro de los seis grupos expresan ideas sobre el beneficio de realizar proyectos interdisciplinares como parte importante de conocer la realidad mediante una simulación de empresa.

En cuanto a la organización y acompañamiento por parte del equipo docente destaca que ha existido cierta dificultad en coordinar tres grupos clase con un total de más de 100 alumnos (25 de ingeniería electrónica, 43 de videojuegos y 38 de primaria). Como se ha mencionado en el apartado de la metodología, el alumnado participante era de diferentes cursos académicos, lo que implicaba que el grado de madurez entre ellos era diferente, así como los intereses y su motivación. Esto ha llevado a plantear futuras mejoras como: igualar los niveles académicos del alumnado participante y prolongar el tiempo de trabajo del área de magisterio durante todo proyecto.

Finalmente, respecto a la labor docente, mediante la aplicación de la propuesta didáctica descrita en el presente documento se ha conseguido transmitir al alumnado la importancia del trabajo interdisciplinar y cooperativo como herramienta fundamental para el desarrollo de competencias y actitudes necesarias para su futuro profesional.

REFERENCIAS

De la Mano E. (2018). Aprendizaje basado en retos. Nuevas metodologías activas de aprendizaje en el aula. Revista Ventana Abierta, nº 31 Octubre. ISSN 2173-8017

García Lázaro, I. (2019). Escape Room como propuesta de gamificación en educación. Revista Educativa HEKADAMOS, (27), 71-79. Recuperado a partir de <https://hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/17>

Illescas-Cárdenas, R., García-Herrera, D., Erazo-Álvarez, C., & Erazo-Álvarez, J. (2020).

Aprendizaje Basado en Juegos como estrategia de enseñanza de la Matemática. CIENCIAMATRIA, 6(1), 533-552. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i1.345>

Juárez-Pulido, M., Rasskin-Gutman, I., & Mendo-Lázaro, S. (2019). El Aprendizaje Cooperativo, una metodología activa para la educación del siglo XXI: una revisión bibliográfica. *Revista Prisma Social*, (26), 200–210. Recuperado a partir de <https://revistaprismasocial.es/article/view/2693>

Nooritawati M. Tahir, K. A. Othman and F. H. Yahaya, "Case study of jigsaw cooperative learning effect within Electrical Engineering courses," 2011 International Conference on Business, Engineering and Industrial Applications, Kuala Lumpur, Malaysia, 2011, pp. 20-23, doi: 10.1109/ICBEIA.2011.5994245.

Ortega A., Llorca J.J., Aznar M. (2013). Proyecto Integrado en Tercer Curso de Grado de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2013) Valencia, 10-12 julio 2013

EMID O22 AVATREQ, una plataforma digital para formar y evaluar la competencia del trabajo en equipo

Pujol Planella, Joan ^a; Arbat Pujolràs, Gerard ^b; Malo Cerrato, Sara ^c; Planas i Lladó, Anna ^d; Suñol Martínez, Joan Josep ^e; Feliu Soley, Lidia ^f; Martí Llambrich, Carolina ^g

^a Departamento de Ingeniería Química, Agraria y Tecnología Agroalimentaria, EPS, UdG, joan.pujol@udg.edu, ^b Departamento de Ingeniería Química, Agraria y Tecnología Agroalimentaria, EPS, UdG, gerard.arbat@udg.edu, ^c Departamento de Psicología, Facultat d'Educació i Psicologia, UdG, sara.malo@udg.edu, ^d Departamento de Pedagogía, Facultat d'Educació i Psicologia, UdG, anna.planas@udg.edu, ^e Departamento de Física, EPS, UdG, joanJosep.sunyol@udg.edu, ^f Departamento de Química, Facultat de Ciències, UdG, lidia.feliu@udg.edu, ^g Departamento de Geografía, Facultat de Lletres, UdG, carolina.marti@udg.edu

Abstract

Teamwork is a cross-disciplinary competency in university training and highly valued by employers. The AVATREQ digital platform is presented, which brings together didactic tools and resources for the training and evaluation of teamwork. The creation of resources is described, essentially two questionnaires (individual and group), for self-assessment and peer-assessment of this competency, and the potential of these tools to improve teamwork through the digital platform is also presented.

Keywords: Teamwork, evaluation, self-evaluation, peer-evaluation, training, competences

Resumen

El trabajo en equipo es una competencia transversal de la formación universitaria muy valorada por las empresas. En este trabajo se presenta la plataforma digital AVATREQ que incluye material formativo y recursos para su evaluación. Se describe cómo se han elaborado los recursos, fundamentalmente dos cuestionarios (individual y grupal), para autoevaluar y evaluar por iguales esta competencia, y se presenta la potencialidad de la herramienta para mejorar la capacidad de trabajo en equipo.

Palabras clave: Trabajo en equipo, evaluación, autoevaluación, evaluación por iguales, formación, competencias

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El trabajo en equipo es una competencia transversal que forma parte del plan de estudios de todos los grados y másteres universitarios. Ser competente en el trabajo en equipo es fundamental en el actual contexto socioprofesional en el que la colaboración y los esfuerzos en equipo se han convertido en omnipresentes en muchos ámbitos de trabajo. Es también una de las competencias que más tienen en cuenta los empleadores cuando contratan a nuevos profesionales; sin embargo, es una de las competencias con más déficit formativo según los graduados de las universidades catalanas (AQU, 2017). Para una adecuada implementación de esta competencia es importante que los docentes incorporen herramientas que ayuden al alumnado a trabajar correctamente en equipo y a valorar su implicación y la de sus compañeros (Pujolràs, 2008). Hay factores que dificultan la realización de actividades en grupo en el aula universitaria, como la falta de recursos para ponerlas en práctica de forma correcta o el tiempo que requieren y que se deja de dedicar a impartir contenidos (Fathi et al., 2019). La evaluación de esta competencia es un importante reto. En el ámbito universitario es muy común valorarla a partir de la evaluación del producto resultante de la actividad del trabajo en equipo (por ejemplo, un documento), por lo que generalmente no se tiene en cuenta ni el funcionamiento del grupo ni

el nivel competencial de sus miembros. Además, la obtención de una buena calificación de las tareas realizadas por los grupos no implica que todos sus miembros hayan adquirido correctamente las habilidades del trabajo en equipo (Channon et al., 2017). Según Channon et al. (2017) para la definición de un “buen equipo”, es necesario tener en cuenta la tarea, los individuos y el grupo. La evaluación de estos dos últimos se ve dificultada puesto que el profesorado no siempre está presente en el desarrollo del trabajo. De hecho, es el propio alumnado quien mejor puede realizar las valoraciones del funcionamiento del equipo, ya que son testigos directos del mismo (Gransberg 2010). Es, por tanto, necesario disponer de una metodología que permita a los propios estudiantes valorar tanto el funcionamiento del equipo como la aportación de los miembros que forman parte. Diferentes estudios demuestran la utilidad de la autoevaluación y la evaluación entre iguales para evaluar esta competencia (Planas-Lladó et al., 2018), y en algunos casos se evidencia que el estudiantado valora muy positivamente el uso de estas técnicas cuando trabajan en equipo (Gransberg, 2010; Planas-Lladó et al., 2018). La utilización de este tipo de evaluación también ayuda a promover otras competencias como el pensamiento crítico, la autorregulación y la resolución de problemas (Kiliç, 2016). En este sentido, hay autores que destacan cómo el uso de estrategias de autorregulación por parte del estudiantado es un buen predictor del aprendizaje y el rendimiento académico. Según Zimmerman (2000), la autorregulación se entiende como el conjunto de pensamientos, sentimientos y acciones que el propio individuo genera de forma planificada y adaptada cíclicamente para la consecución de objetivos personales. Este autor indica que el aprendizaje autorregulado consiste en tres fases cíclicas: a) una fase de previsión (que incluye el análisis de las tareas y las creencias de auto-motivación); b) una fase de rendimiento (se relaciona con el autocontrol y la auto-observación); y c) una fase de autorreflexión (el auto-juicio y la auto-reacción). La autorregulación y sus fases cíclicas es un aspecto que se ha incorporado como novedad en el análisis de la competencia del trabajo en equipo al considerarse un factor clave para evaluar y autoevaluar la progresión del trabajo de los equipos.

Con el fin de contribuir a mejorar la implementación de la competencia del trabajo en equipo en el aula universitaria, la Red de Innovación Docente de Evaluación (XIDAV) del ICE Josep Pallach de la Universidad de Girona (UdG) ha desarrollado un proyecto que tiene como objetivo aportar herramientas y recursos didácticos que permitan mejorar la formación en el trabajo en equipo y su evaluación en cualquiera de los ámbitos de la formación universitaria.

METODOLOGÍA

Se ha elaborado material de soporte para mejorar la adquisición de la competencia de trabajo en equipo en base a la bibliografía existente, incluyendo su definición, elementos para la mejora de su seguimiento, para su evaluación, recursos de dinamización y ejemplos de actividades. Todo el material elaborado se ha integrado en la plataforma web AVATREQ y está disponible para la comunidad universitaria (<https://apps.udg.edu/AVATREQ/>). Además de contener el material de soporte, AVATREQ es una herramienta que permite realizar el seguimiento y la evaluación formativa (y opcionalmente, sumativa) del trabajo en equipo. Para realizar esta evaluación se han desarrollado dos cuestionarios: uno individual y otro grupal, organizados en dimensiones, que incluyen cada una de ellas de 1 a 4 ítems de evaluación, donde el nivel 1 es el más bajo (no logro del ítem) y el 4 el más alto (logro completo). El alumnado debe valorar cada ítem de 1 a 4. Para el diseño y la redacción de los cuestionarios se ha partido del trabajo previo realizado por la XIDAV (Planas et al., 2021) y de una revisión bibliográfica. Una vez redactados, se ha realizado un proceso de validación externa. Mediante un formulario electrónico, se ha pedido a los validadores que valoren si los ítems son comprensibles, relevantes, progresivos y adecuados en la dimensión en la que se engloban; y si la descripción de los niveles explicativos se corresponde con los ítems y ayuda a hacerlos más comprensibles. Los validadores/as externos han sido profesorado y alumnado de 15 estudios de grado y 3 másteres de la UdG. El cuestionario individual lo han validado 42 personas (13 profesores/as y 29 estudiantes) y el cuestionario grupal 36 (14 profesores/as y 22 estudiantes). A partir de la validación se han introducido, además de cambios en varias preguntas, modificaciones de forma y

orden, que han sido discutidas y consensuadas por los miembros de la XIDAV.

RESULTADOS

El resultado del presente proyecto es la plataforma digital AVATREQ. Por un lado, permite el uso en abierto de material formativo tanto por el profesorado, en forma de guía docente visible en la web y descargable, como por el alumnado, recogido en una infografía explicativa sobre la competencia del trabajo en equipo y su evaluación. Por otra parte, sólo los miembros de la UdG pueden acceder a la plataforma interna que conecta los recursos online para la evaluación del trabajo en equipo con el Moodle de cada asignatura. Estos recursos consisten en cuestionarios de evaluación que permiten al alumnado valorar sus propias actuaciones (autoevaluación) y las de otros miembros (evaluación entre iguales) en relación con el trabajo en equipo efectuado. Además, se genera una retroacción para cada cuestionario sobre el desarrollo de las competencias necesarias para el trabajo en equipo, y que se explica en detalle más adelante. Las dimensiones que se valoran en el cuestionario para la evaluación individual son 6 y permiten que cada estudiante evalúe, la contribución de cada miembro (incluyéndose a sí mismo) en el trabajo en equipo. Concretamente, se valoran 13 aspectos, como su participación en las diferentes tareas organizadas, la calidad de sus aportaciones, la buena comunicación y entendimiento con el resto de los miembros, entre otros. El último de estos ítems hace referencia a la autorregulación del aprendizaje y sólo se responde a nivel personal. El cuestionario para la evaluación grupal valora 4 dimensiones fundamentales para el buen funcionamiento de un equipo relacionadas con la expresión y respeto de los diferentes puntos de vista de los miembros, la buena planificación y la cohesión del equipo, así como su nivel de satisfacción global. En total incluye 12 ítems que hacen referencia a las acciones de todo el equipo como conjunto, por lo que su valoración debe ser consensuada entre todos los miembros. Ambos cuestionarios incorporan en su parte final un apartado para justificar las respuestas dadas, aportando argumentos y evidencias válidas de situaciones que se hayan producido en el desarrollo de la actividad. Para ayudar a los estudiantes a realizar la evaluación del trabajo en equipo, cada uno de los dos cuestionarios se acompaña de una rúbrica que facilita la objetividad de la evaluación.

A continuación, se describe una propuesta del procedimiento a seguir para la evaluación del trabajo en equipo utilizando los cuestionarios y rúbricas descritas anteriormente y que se encuentran incorporados en la plataforma AVATREQ. Este procedimiento puede resumirse en tres momentos clave. En primer lugar, el profesorado tiene que programar una sesión inicial en la que presenta al alumnado la tarea o el producto que debe realizar el equipo, hace una introducción sobre el trabajo en equipo y explica las herramientas y los recursos de los que disponen para realizar el seguimiento y la evaluación del trabajo en equipo, como son los cuestionarios y las rúbricas. Esto es especialmente importante cuando el alumnado nunca ha participado en tareas que incorporan una evaluación entre iguales. La experiencia demuestra que es fundamental que el alumnado entienda bien el motivo que lleva al profesorado a escoger este sistema de evaluación, para aumentar su implicación en el mismo. Una vez que cada grupo inicia el trabajo en equipo, se recomienda establecer un proceso de seguimiento (como por ejemplo, las tutorías). Es en ese momento, cuando se pide a cada equipo que cumplimente el cuestionario grupal. Como último paso y, una vez entregada la tarea, se recomienda pedir a los equipos que vuelvan a cumplimentar el cuestionario de autoevaluación grupal, ahora referido a este nuevo momento, y también un cuestionario individual. Estos pasos quedan recogidos en el diagrama de flujo sobre el proceso de evaluación del trabajo en equipo de la Figura 1.

En el caso de utilizar la plataforma interna (de momento sólo disponible para profesorado de la UdG) el docente puede configurar los períodos temporales en los que el alumnado deberá responder a los cuestionarios (individual y/o grupal). Se recomienda que el alumnado responda a los cuestionarios dos veces por asignatura para poder analizar el progreso del alumnado en la competencia del trabajo en equipo. Sin embargo, el profesorado puede adaptar el momento de respuesta según la materia o asignatura. En cuanto a los equipos de trabajo, éstos se pueden importar desde Moodle o manualmente. Los docentes pueden observar el estado de envío de los cuestionarios (indicado en color verde, naranja o rojo) por parte de cada uno de los estudiantes.

Una vez respondidos los cuestionarios, se generan informes de retorno: un informe individual para cada estudiante (derivado del cuestionario individual) y otro para todo el equipo (derivado del cuestionario grupal).

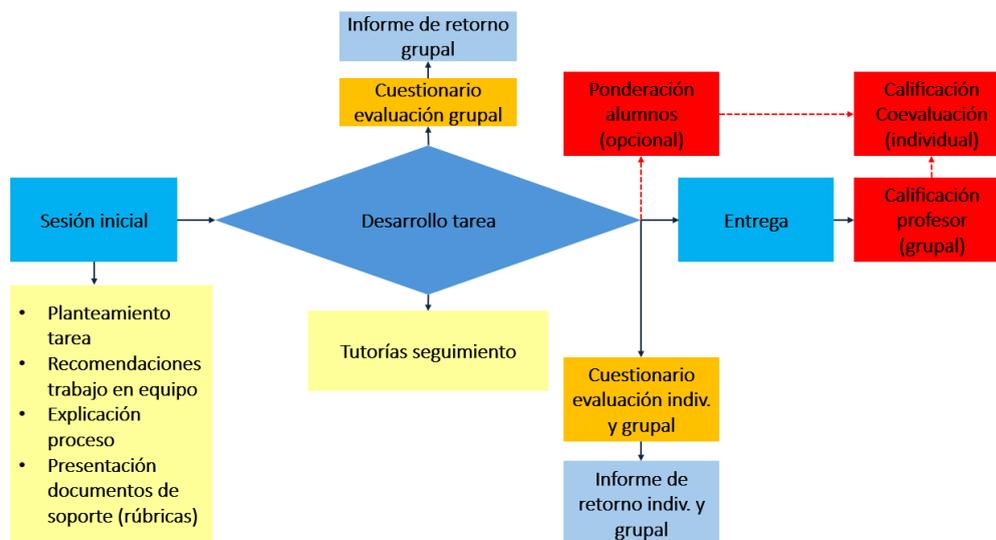


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de evaluación empleando AVATREQ

En estos informes se muestran las valoraciones individuales y grupales respecto a la competencia del trabajo en equipo, tanto con texto como con gráficos (diagramas de arañas o de barras), y se dan recomendaciones para mejorar esta competencia. En particular, en el informe de retorno individual, el diagrama de araña permite visualizar la valoración media de cada dimensión según los compañeros de grupo y la del propio estudiante que ha respondido al cuestionario individual. El diagrama de barras permite comparar la valoración personal y la media de la valoración de los compañeros por cada ítem. En el informe de retorno grupal, tanto el diagrama de araña como el de barras muestran el nivel de consecución de cada ítem por parte del grupo. Ambos informes también incluyen un apartado en el que el alumnado puede escribir objetivos para el futuro que les permitan mejorar los aspectos en los que se ha alcanzado un nivel más bajo que el deseado. Asimismo, tanto los cuestionarios como los informes de retorno también son accesibles para el profesorado, lo que facilita que puedan ser útiles para calificar a los estudiantes, o que se puedan tratar de la forma que los docentes consideren más adecuada.

La plataforma AVATREQ incluye la opción de realizar el cálculo de la calificación final del trabajo en equipo. En este cálculo se considera la calificación por parte del profesorado del producto resultante de la labor desarrollada en grupo y, también, un reparto de la participación de cada miembro en el trabajo. Este reparto lo realiza el propio alumnado. En concreto, cada grupo asigna un porcentaje de la participación de cada miembro en el trabajo en equipo según la reflexión realizada a partir de la rúbrica grupal. La suma de porcentajes debe ser 100%. Cuando el profesorado ha otorgado una calificación a la actividad, ésta se reparte en función de estos porcentajes. Para tal fin, la nota del profesor se multiplica por el número de miembros del grupo, siendo el resultado la puntuación total del grupo. Esta puntuación se reparte entre los distintos miembros según el porcentaje de participación en el trabajo en equipo asignado por ellos mismos.

La información sobre los pasos a seguir para usar la plataforma AVATREQ se ha recogido en dos manuales, uno para el entorno de profesorado, y el otro, para el entorno del estudiantado.

CONCLUSIONES

AVATREQ es un recurso online en lengua catalana que cubre un vacío en la competencia del trabajo en equipo en el ámbito universitario. Es una herramienta de evaluación formativa que ayuda al alumnado a reflexionar y mejorar su proceso de trabajo en equipo. También contribuye a fomentar la autonomía y responsabilidad del alumnado en su proceso de aprendizaje. Facilita al

profesorado el seguimiento a lo largo del curso del progreso del desarrollo de la competencia del trabajo en equipo por parte del estudiantado, así como el despliegue de herramientas didácticas para fomentarlo. Los recursos de autoevaluación permiten discriminar las diferentes implicaciones en el trabajo en equipo y permite que el alumnado distribuya de forma equitativa o no la calificación de los resultados del producto realizado en equipo. Actualmente, AVATREQ está en uso en diferentes estudios de grado de la UdG con el objetivo de valorar su funcionamiento. En el caso de las ingenierías, se está realizando una prueba piloto en el Grado en ingeniería Agroalimentaria en el Grado en Ingeniería Química. Asimismo, en estos mismos grados, también se ha iniciado un estudio longitudinal para evaluar la mejora de la competencia del trabajo en equipo a lo largo de los cursos. Así se analizará cuál es la evolución de la competencia del trabajo en equipo del alumnado desde primer curso hasta que finaliza sus estudios, cuestión poco estudiada y con falta de evidencias.

Apoyo y financiación: Este proyecto se ha desarrollado gracias a una ayuda concedida en el marco de un programa de Impulso para la Innovación Docente y la Mejora de la Calidad de la Docencia de la UdG, y cuenta con el apoyo de la Facultad de Educación y Psicología, la Facultad de Ciencias, la Facultad de Letras, la Facultad de Enfermería, Facultad de Turismo, Facultad de Medicina, la Escuela Politécnica Superior, y el ICE Josep Pallach.

REFERENCIAS

AQU. Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (2017). *La inserció laboral dels graduats i graduades de les universitats catalanes*. Barcelona. <https://www.aqu.cat/doc/Estudis/il-titulats/Graus/La-insercio-laboral-dels-graduats-i-graduades-de-les-universitats-catalanes-2017>

Channon, S. B., Davis, R. C., Goode, N. T., y May, S. A. (2017). What Makes a 'Good Group'? Exploring the Characteristics and Performance of Undergraduate Student Groups. *Advances in Health Sciences Education*, 22(1), 17–41. <https://doi.org/10.1007/s10459-016-9680-y>

Fathi, M., Ghobakhloo, M., y Syberfeldt, A. (2019). An Interpretive Structural Modeling of Teamwork Training in Higher Education. *Education Sciences*, 9(1), 16. <http://doi.org/10.3390/educsci9010016>.

Gransberg, D.D. (2010). Quantifying the Impact of Peer Evaluations on Student Team Project Grading. *International Journal of Construction Education and Research*, 6(1), 3-17. <http://doi.org/10.1080/15578771003590326>.

Kiliç, D. (2016). An Examination of Using Self-, Peer-, and Teacher-Assessment in Higher Education: A Case Study in Teacher Education. *Higher Education Studies*, 6 (1), 136-144. <http://doi.org/10.5539/hes.v6n1p136>.

Planas-Lladó, A., Feliu, L., Castro, F., Fraguell, R.M., Arbat, G., Pujol, J., Suñol, J.J., y Daunis-I-Estadella, P. (2018). Using Peer Assessment to Evaluate Teamwork from a Multidisciplinary Perspective. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(1), 14-30. <http://doi.org/10.1080/02602938.2016.1274369>.

Planas-Lladó, A., Feliu, L., Arbat, G., Pujol, J., Suñol, J.J., Castro, F., y Martí, C. (2021). An analysis of teamwork based on self and peer evaluation in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 46(2), 191-207. <http://doi.org/10.1080/02602938.2020.1763254>.

Pujolàs, P. (2008). Cooperar per aprendre i aprendre a cooperar: el treball en equips cooperatius com a recurs i com a contingut. *Suports: revista catalana d'educació especial i atenció a la diversitat*, 12(1), 21-37. <https://raco.cat/index.php/Suports/article/view/120854>.

EMID O23 El grupo de innovación docente “Materials x Matemàtiques”

Maria Agualeles, Albert Avinyó, Esther Barrabés, y Marta Pellicer

Universitat de Girona, maria.agualeles@udg.edu, albert.avinyo@udg.edu,
esther.barrabes@udg.edu, y marta.pellicer@udg.edu.

Abstract

In this communication we will show some of the resources developed in recent years by the members of the teaching innovation group “Materials x Matemàtiques” of the Institut de Ciències de l’Educació (ICE) of the Universitat de Girona (UdG).

The aim of these resources is to facilitate the knowledge and use of Mathematics in engineering education, especially in the first year of undergraduate studies.

Keywords: Mathematics in engineering education. Innovative teaching and learning practices. Resources.

Resumen

En esta comunicación mostraremos algunos de los recursos didácticos desarrollados durante estos últimos años por los miembros del grupo de innovación docente “Materials x Matemàtiques” de l’Institut de Ciències de l’Educació (ICE) de la Universitat de Girona (UdG).

El objetivo de la elaboración de estos materiales es el de ayudar al estudiante, especialmente de primer curso, a alcanzar los resultados de aprendizaje de las matemáticas en la ingeniería, tanto en el apartado de habilidades y competencias, como en el de contenidos.

Palabras clave: Matemáticas en la enseñanza de la ingeniería. Innovación docente práctica. Recursos.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los enormes cambios que se han producido en la enseñanza en las Escuelas de Ingeniería durante las últimas décadas han afectado directamente a la forma y los contenidos de las asignaturas de matemáticas de muchas carreras universitarias del ámbito tecnológico (Pepin et al., 2021).

Las asignaturas básicas de primeros cursos poseen algunas especificidades que las hacen diferentes al resto de asignaturas del currículum: grupos numerosos y heterogéneos, presunción de unos conocimientos previos a nivel de bachillerato que no siempre han sido alcanzados, así como un porcentaje importante de alumnos provenientes de grados de formación superior cuya formación en matemáticas (tanto en conocimientos como en habilidades) suele ser muy deficiente. Por ejemplo, se llega a dar el caso de alumnos que acceden a un grado de ingeniería sin haber cursado las matemáticas del bachillerato científico. (Canal UNED, 2019).

En este contexto, y bajo el auspicio del Institut de Ciències de l’Educació (ICE) de la Universitat de Girona (UdG), durante el curso 2017-2018 se creó el grupo de innovación docente “Materials x Matemàtiques” formado por 5 profesores de la Escola Politècnica Superior (EPS). Los objetivos primigenios, y todavía vigentes, del grupo fueron: la revisión y elaboración de nuevo material de soporte a las asignaturas impartidas, la implementación de estrategias docentes que puedan acompañar al estudiante en su proceso de aprendizaje (y autoaprendizaje), a la par que lo motiven, y la creación de sinergias con otras asignaturas del currículum. Todo ello, acompañado, del uso de nuevas tecnologías y recursos 2.0.

Durante estos 7 años, y con el impulso imprevisto de la aparición de las clases telemáticas durante el período de la pandemia, hemos elaborado: apuntes de teoría en formato vídeo, libros de GeoGebra de soporte a la docencia, nuevos dosieres de problemas con ejemplos más aplicados a la ingeniería y soluciones en formatos digitales y, también, nuevas prácticas de aula informática, mediante el uso de Matlab. Gran parte de este material puede consultarse en la lista de distribución Materials x Matemàtiques (75 vídeos) dentro del Canal de Youtube (Canal Materials Docents UdG, 2020) y en el repositorio de Geogebra <https://www.geogebra.org/u/martapellicer?sort=-modified&filter=books>

En esta comunicación se presentarán dos actividades desarrolladas por el grupo. La primera actividad que mostraremos es un catálogo de “applets” de GeoGebra cuyo fin es facilitar la visualización de algunos conceptos matemáticos. La segunda actividad consiste en la creación de un recurso llamado “chuletas transversales”. Estas chuletas son fichas que contienen conceptos básicos de matemáticas que se utilizan en otras asignaturas. El objetivo principal de esta actividad es mostrar a los estudiantes que los contenidos aprendidos en matemáticas durante su primer año son aplicados en otras materias de cursos superiores. Esto no solo resalta la importancia de los conceptos matemáticos básicos, sino que también busca proporcionar ejercicios contextualizados que puedan ser utilizados en las clases de matemáticas

METODOLOGÍA

Las actividades que se describen a continuación, primero se han diseñado y creado en reuniones de trabajo entre los diferentes miembros del grupo, y segundo se han usado en las clases de la asignatura de “Fonaments de Matemàtiques I” del grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales y “Fonaments de Matemàtiques II” de los grados de Ingeniería Mecánica, Electricidad, Electrónica, Química y, más recientemente, Biomédica. También se han utilizado en las asignaturas de “Fonaments de Matemàtiques 1” i “Fonaments de Matemàtiques 2” del primer curso común de los grados de Arquitectura y Arquitectura Técnica y Edificación (incluyendo su modalidad semipresencial), y en la asignatura de “Àlgebra” del grado de Ingeniería Informática.

Actividad 1. “Applets de GeoGebra”

Los objetivos de esta actividad fueron, primero, la revisión del material docente que usábamos en nuestras clases y la detección de posibles carencias, y segundo la creación de materiales que ayudaran a la comprensión de conceptos y metodologías en clase y, también, que sirvieran para el posterior estudio de manera autónoma. De entrada, nos dimos cuenta que no disponíamos de un material adecuado para exponer algunos temas de matemáticas muy importantes por su aplicación en la ingeniería y que poseen una alta componente geométrica. Por ejemplo, cálculo de áreas y volúmenes de revolución, procesos iterativos, o transformaciones geométricas (rotaciones, simetrías, etc.)

El recurso clásico de dibujar en la pizarra ya no era suficiente, ni seguramente aceptable en el entorno tecnológico que nos rodea, pero, por otro lado, el uso de software avanzado requería de decidir cuál era el más adecuado. Una primera opción fue el uso de MATLAB, seguramente el software matemático más usado en el ámbito informático. Este software, aun teniendo la ventaja que es de libre acceso para todos los miembros de la Universitat de Girona, no es suficientemente intuitivo para alumnos de primeros cursos con poca (o nula) experiencia en programación y, en cierta manera puede resultar excesivamente tedioso si sólo se requiere su uso para algún pequeño programa. Este mismo problema aparecía con otros programas de manipulación algebraica. Después de sopesar diversas posibilidades, nuestra elección fue la de utilizar GeoGebra.

GeoGebra ([geogebra.org](https://www.geogebra.org)) es una aplicación gratuita que permite trabajar las matemáticas de forma dinámica y intuitiva. Fue creada por Markus Hohenwarter (Austria) en el año 2001 como una calculadora de geometría y álgebra, de aquí su nombre. Actualmente es un software multiplataforma, de libre distribución, que incluye hojas de cálculo, CAS, 3D, estadística, etc. Contiene centenares de miles de recursos, de libre acceso en su mayoría, elaborados por equipos

de desarrolladores y institutos de GeoGebra esparcidos por todo el mundo. La ventaja de GeoGebra sobre otros programas similares es su facilidad y extensión de uso, ya que combina, de manera muy eficiente, tres ventanas complementarias: una de geometría dinámica que permite modificar objetos geométricos, otra algebraica que permite introducir expresiones y funciones y, por último, una hoja de cálculo muy útil para introducir datos. Otra gran ventaja de GeoGebra es que muchos alumnos ya lo conocen y lo han usado en bachillerato. Por lo tanto, no necesita de una presentación previa. GeoGebra tiene una biblioteca muy amplia de construcciones o “applets” a disposición de todo el mundo. Estos applets son pequeños programas o aplicaciones que GeoGebra integra dentro de una página web para dotarla de interactividad. Finalmente, estas construcciones se pueden agrupar en “libros” de manera que se puede elaborar un discurso y una línea de trabajo que facilita el estudio autónomo (Zhang et al., 2023).

Así, el primer trabajo fue elaborar una biblioteca propia con los “applets” del repositorio general que pudiesen ser de utilidad para nuestras clases. Rápidamente nos dimos cuenta de que muchas de estas aplicaciones sí que podían ayudarnos en la ilustración de algunos temas de matemáticas de nuestras asignaturas (integral de Riemann, cálculo de áreas, modelos matriciales, etc.) pero, también, que debíamos ir más allá y ser nosotros mismos quienes debíamos elaborar un conjunto de applets que dieran una respuesta más clara y precisa a aquello que queríamos explicar y, también, a como lo queríamos explicar. Esta falta de applets con la necesaria calidad para lo queríamos mostrar se hizo patente sobre todo en dos temas en particular: el cálculo integral y sus aplicaciones geométricas, y las transformaciones afines en el caso de la geometría.

Por lo que se refiere al primer tema, el resultado de todo este proceso fue la creación del libro de GeoGebra <https://www.geogebra.org/m/aUBsPsYC#chapter/287853> donde se integran diversos temas: definición de integral, Teorema Fundamental del Cálculo, primitivas y cálculo de áreas planas y volúmenes en el espacio (Fig. 1).

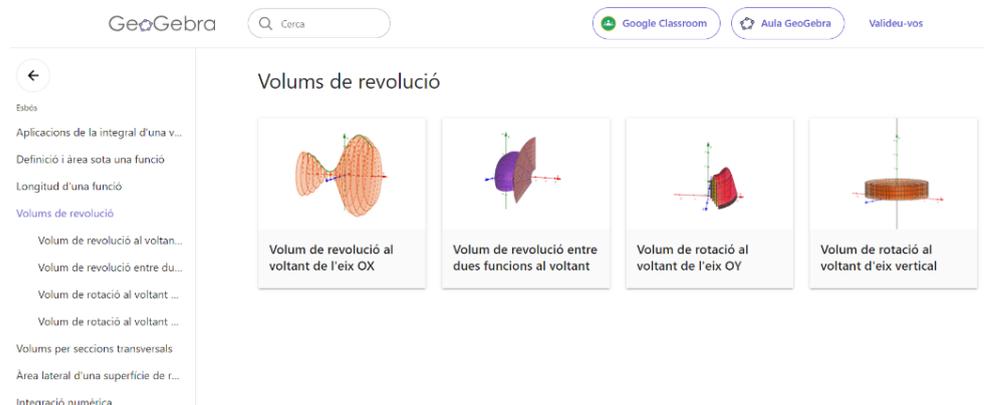


Fig. 1. Applet de GeoGebra sobre cálculo de volúmenes

Haciendo un juego de palabras, el uso de estos applets en las clases de teoría y problemas ha sido toda una “revolución” en el conocimiento del cálculo de volúmenes de “revolución”. Preguntas como ¿Qué significa crear un cuerpo tridimensional a base de unir discos infinitesimales? o bien ¿Qué objeto se obtiene cuando vamos rellenándolo con capas, como si de una cebolla se tratará? ahora quedan respondidas con una claridad meridiana.

Referente al segundo tema, se han elaborado dos libros de GeoGebra cuyo objetivo principal es facilitar el estudio de las transformaciones geométricas en el plano y en el espacio (<https://www.geogebra.org/m/vPwGHqZb>, <https://www.geogebra.org/m/TZD5SpjF>). Ambos libros contiene un catálogo de afinidades (rotaciones, simetrías, homotecias, etc.) y sus composiciones. También, tal como se ve en la Figura 2, permite la posibilidad de entrar los coeficientes de la matriz aumentada de una afinidad y ver su efecto sobre cualquier superficie parametrizada.

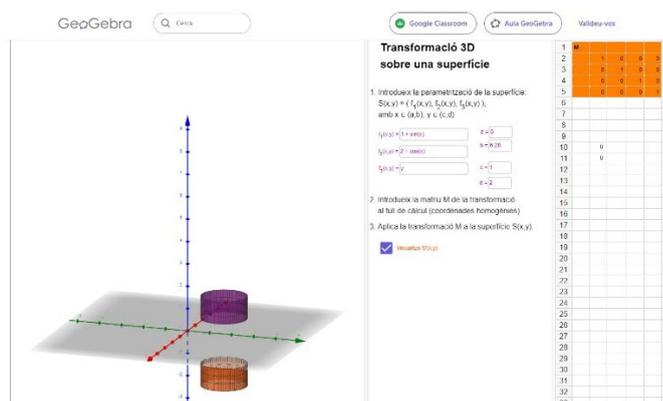


Fig. 2. Applet de GeoGebra sobre transformaciones 3D

El uso de esta aplicación ha cambiado de manera radical la forma de explicar estos contenidos. Anteriormente las clases de transformaciones geométricas se convertían, fácilmente, en una mera secuencia de cálculos matriciales. Gracias a estos materiales, ahora no es así, cualquier ejercicio tiene una translación visual, rápida y muy efectiva, en la pantalla del GeoGebra y, per ende, en la mente del alumnado.

El grupo ha creado también otros libros de GeoGebra, cuya explicación no desarrollaremos en esta comunicación. Simplemente, los nombramos aquí, juntamente con su enlace: funciones de varias variables (<https://www.geogebra.org/m/tjkskn8q>), curvas y superficies parametrizadas (<https://www.geogebra.org/m/thgs7qst>) y cambios de sistemas de referencia (<https://www.geogebra.org//tdk75ugy>)

Actividad 2. Chuletas transversales

Es evidente la fuerte conexión que hay entre las matemáticas y la ingeniería en cualquiera de sus ámbitos y, en particular, en el de la enseñanza. Además, esta relación funciona en ambos sentidos. Por un lado, es muy importante contextualizar los contenidos matemáticos con ejemplos prácticos de la ingeniería y, por otro lado, es fundamental y óptimo saber usar estos contenidos, de la misma manera que se han explicado en las clases de matemáticas, en otras asignaturas específicas de la titulación en cuestión y, muy importante, usando la misma nomenclatura

Por lo que se refiere a la contextualización, en nuestras asignaturas, además de resolver los típicos problemas de tipo teórico o de cálculo meramente, cada curso hemos ido añadiendo más y más aplicaciones de las matemáticas a la ingeniería y la ciencia: las ecuaciones diferenciales en el movimiento amortiguado de un muelle, el cálculo matricial en la modelización de epidemias, los números complejos y la transformada de Laplace en el cálculo de funciones de transferencia de sistemas lineales, las parametrizaciones en el modelado de construcciones arquitectónicas, etc. Todos estos ejemplos hacen que el alumnado vea las matemáticas como una parte relevante de su formación universitaria.

A partir de conversaciones con profesores de asignaturas de cursos superiores, vimos la necesidad de hacer más visible este vínculo a los estudiantes. Éstos tienden a ver las asignaturas como compartimentos estancos que no tienen conexión ni relación alguna y, a menudo, incluso llegar a negar haber visto conceptos como operaciones con números complejos o la transformada de Laplace. Por ello nos propusimos elaborar unos resúmenes de algunos temas que cumplieran dos funciones: la primera, que sirvieran como material de trabajo en clase y, sobre todo, para el estudio autónomo y, la segunda, que en los cursos superiores sirvieran de recordatorio a los estudiantes y de apoyo al profesor para no tener que repetir conceptos y metodologías.

En la elaboración de estos resúmenes nos marcamos los siguientes puntos como necesarios:

- Uniformidad en la nomenclatura: contactamos con profesores que usan los mismos conceptos para acordar una nomenclatura igual (a excepción del símbolo del número imaginario complejo).
- Contenido básico común: los resúmenes debían contener lo básico de cada tema que se usa en todas las asignaturas, dejando las especificidades para las clases presenciales.
- Ejemplos contextualizados: la mayoría de los resúmenes finalizan con algún ejemplo de aplicación en asignaturas posteriores, pero, sin introducir conceptos que no sean de primer curso.

Finalmente, los resúmenes o chuletas incluyen en su cabecera los nombres de todas las asignaturas donde se van a usar. Esto sirve para visibilizar desde el primer curso el vínculo con esas otras materias.

CONCLUSIONES

Las actividades presentadas se encuentran dentro de un proceso de revisión continuado de materiales para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas que llevamos a cabo dentro del grupo de innovación docente “MxM”. La preocupación, primero, por tener recursos en el aula que nos ayuden a contextualizar, visualizar y trabajar los conceptos y métodos matemáticos de las asignaturas de primer curso y, segundo, disponer de material de apoyo para el estudio autónomo de los alumnos, han sido el leitmotiv que nos ha llevado a la elaboración de estos materiales.

Por lo que respecta a las construcciones de GeoGebra, claramente son de gran utilidad como recurso en el aula. En cuanto a su uso por parte de los estudiantes para el estudio, no tenemos indicadores más allá del número de visualizaciones del material en el Moodle de la asignatura (que es alto) y de los comentarios positivos recibidos por los estudiantes directamente o a través de las encuestas que realiza la Universidad. Aun así, nos queda el trabajo de realizar un estudio más sistemático que nos permita evaluar de manera más precisa la utilidad de estos recursos desde el punto de vista del estudiante. El que sí podemos decir es que resultan muy útiles para el profesorado en la realización de sus clases.

Por lo que respecta a los resúmenes transversales, es una iniciativa reciente y aún no hemos podido valorar su utilidad en cuanto a los objetivos que nos planteamos como nexo y vínculo con otras materias ya que debemos esperar a que los alumnos cursen todas las asignaturas donde van a ser usados. Lo que sí es cierto es que hemos recibido una muy buena acogida por parte de profesorado de las asignaturas de cursos superiores.

REFERENCIAS

Pepin, B., Biehler, R., y Gueudet, G. (2021). Mathematics in Engineering Education: a Review of the Recent Literature with a View towards Innovative Practices. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 7, 163-188. <https://doi.org/10.1007/s40753-021-00139-8>

Canal UdG Materials Docents. (creado el 18 de marzo de 2020). Lista de distribución “Materials x Matemàtiques”. <https://www.youtube.com/watch?v=dOKTs4rWBVM&list=PLyNFwT7xpxc8pB6NBZ55qEuq9RZCwpVAi>

Canal UNED. (22 de enero de 2019). ¿Cómo se enseñan las matemáticas en la Ingeniería Industrial? <https://canal.uned.es/video/5c41a07ab1111f95208b456a>

Zhang, Y., Wang, P., Jia, W., et al., Biehler, R., (2023). Dynamic visualization by GeoGebra for mathematics learning: a meta-analysis of 20 years of research. *Journal or research on technology in Education*, 55, 1-22. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2250886>

EMID O24 A Practical Guide to English as a Medium of Education: Reflections and Strategies

Glòria Mateu^a, Mònica Puntí^b y Julie Waddington^c

^a gloria.mateu@udg.edu, Dpt. Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística, Escola Politècnica Superior, UdG,

^b monica.punti@udg.edu, Dpt. Filologia i Comunicació, Facultat de Turisme, UdG,

^c julie.waddington@udg.edu, Dpt. Didàctiques Específiques, Facultat Educació i Psicologia, UdG.

Abstract

Our presentation introduces work carried out in a Teaching Innovation Network, focusing on the English as a Medium of Education methodology. We outline the process undertaken by the network to assess the use of English in teaching, which culminated in the elaboration of a Handbook for teachers. The methodology used is a thematic analysis, drawing on material from previous experiences. The Handbook covers various themes and engages with current literature. We believe it will benefit teachers, providing insights applicable across different educational settings.

Keywords: EME, thematic analysis, teaching experiences, teaching innovation network

Resumen

Nuestra presentación introduce el trabajo realizado en una Red de Innovación Docente, centrado en la metodología de English as a Medium of Education. Describimos el proceso llevado a cabo por la red para evaluar el uso del inglés en la enseñanza, que culminó en la elaboración de un Manual para profesores. La metodología utilizada es un análisis temático, basado en materiales de experiencias previas. El Manual cubre varios temas y se relaciona con la literatura actual. Creemos que beneficiará a los profesores, proporcionando ideas aplicables en diferentes entornos educativos.

Palabras clave: EME, análisis temático, experiencias de enseñanza, red innovación docente

INTRODUCTION AND OBJECTIVES

According to Galloway (2020), the concept of English as a Medium of Education (EME) encompasses the instruction of academic disciplines using English in environments where English is not the primary language of interaction. This definition underscores the diverse linguistic aspects inherent in EME, spanning teaching, learning, research, and administrative domains. It is worth noting that while the term EMI (English as a Medium of Instruction) is also commonly used, EME has been preferred to emphasise the move away from unidirectional teaching processes suggested by the term 'instruction', underscoring the active, learner-based approach favoured in EME contexts.

In recent years, universities have developed language policy plans, with particular emphasis on promoting a third significant language for the advancement of the entire university community. Given the challenges towards internationalization and the prominence of the English language, especially in the technological areas of knowledge, integrating English terminology into Higher Education (hereinafter HE) learning environments is imperative. This suggests a growing emphasis on English as this third language, incorporating it into the curricula. Therefore, the EME methodology is employed not only in courses during the advanced stages of undergraduate studies or at the master's level but also in courses during the initial years of a degree program (Dafouz & Smit, 2020).

The EME Teaching Innovation Network of the University of Girona (UdG) was founded in 2020-2021, driven by the above-mentioned growing phenomenon associated with the internationalization of HE and the increasing tendency to deliver classes in English. This network is primarily focused on conducting training activities, fostering reflection on educational practices and experiences among its members, and initiating the development and execution of initiatives or projects in this domain. Comprising educators and researchers from various disciplines within the UdG, the network also includes collaborators from the SLM (Modern Languages Service of the University).

This presentation aims to introduce the Handbook (Waddington et al., 2023) designed for teachers, encompassing topics of interest and valuable reflections for educators utilizing the English Medium Education (EME) methodology in their classes. Additionally, we will explain the process undertaken by the network members to evaluate EME at the UdG, culminating in the development of this Handbook.

THE PROCESS

The Teaching Network comprises members with diverse backgrounds, all of whom possess experience in English Medium Education (EME), with a majority being non-native English speakers. For this reason, and considering the objectives of the thematic network, an activity was proposed among Teaching Network members focused on reflecting on their educational practices and experiences. Each member shared their personal EME experiences through presentations aimed at exchanging teaching insights, highlighting significant findings, encountered challenges, and lessons learned. These presentations yielded ten diverse accounts of EME experiences across various university degree programs, including technical fields.

Subsequently, an in-depth thematic analysis of these presentations was conducted (Maguire and Delahunt, 2017), resulting in the identification of several key themes relevant to EME usage in HE. Following the analysis, thorough discussions and debates ensued among network members regarding the identified themes. The outcomes of these deliberations have been meticulously compiled into the Handbook, encapsulating valuable insights and recommendations derived from the collective experiences and expertise of the network members.

THE HANDBOOK

The themes that emerged from the analysis of the presentations and the results of the debates mentioned in the previous section have been summarised in the Handbook. It presents the information in an accessible and useful way and engages with current international literature. Moreover, each chapter includes a "Highlights" section to enhance accessibility by summarizing key points and saving time for readers.

The mentioned themes cover a wide range of topics about using EME. Firstly, they look closely at the main goals of EME, explaining the reasons or goals underpinning its implementation. Then, the teacher's competences in English, as well as their role and teaching methodology are also discussed. In fact, research in the field of teacher education highlights the importance of addressing identity as a component in teacher development. Similarly, our examination of findings concerning students enrolled in EME courses revealed similar patterns, particularly regarding their language competence and identity.

Furthermore, the perceptions of using EME of both teachers and students are also discussed. Teachers highlighted the challenges posed by EME, yet viewed them as valuable learning opportunities, prompting the exploration and implementation of more active teaching methods. According to teacher observations, student perceptions of EME vary considerably depending on the course and the study programme. The exploration extends to the examination of student identity aiming to understand how linguistic dynamics intersect with students' learning experiences and self-conceptualization. The themes also address the learning

objectives and outcomes of modules being taught in English, including the percentage of the modules delivered in that language. The assessment strategy of the module, including whether or not English was considered in the final grade is also addressed.

Additionally, we also analyse and summarize the challenges and difficulties that both teachers and students encounter when using EME, considering the need for institutional measures to support EME teachers, as well as specific measures to ensure that students are not disadvantaged by the language of course delivery. Finally, the satisfaction and perceived impact that EME can have at different levels for both students and teachers is also considered. There is a clear consensus regarding the fact that the use of English as an educational language could have a positive impact on students' future prospects, enhancing job opportunities, international mobility, and the development of global skills and disciplinary knowledge (Beelen & Wit, 2012).

The main purpose of this Handbook is to assist other academic staff not participating in the teaching network to reflect on the advantages and disadvantages of using EME, from an actively supportive view. Thus, the Handbook aims to support teachers who are already teaching in English, while also encouraging other academics who have not yet contemplated EME to ask themselves whether they think this could be an opportunity for them and their students, and to what extent they feel they could be involved in such an action. The Handbook provides an experience-based perspective that aims to be accessible to current and future EME teachers. It is by no means presented as an exhaustive account of EME, but rather as an introductory guide to some of the issues that have emerged from our own experiences.

CONCLUSIONS

In conclusion, the Handbook, crafted from the personal experiences of fellow educators at the University of Girona, holds immense potential utility for technical education teachers. While it was initially intended for teachers at the University of Girona, its insights and recommendations extend beyond, potentially benefiting educators and policymakers in other HE institutions where English Medium Education (EME) is practiced. We firmly believe that this Handbook has the capacity to provide substantial advantages to teachers across various educational settings.

REFERENCES

- Beelen, J. & de Wit, H. (2012). Internationalisation revisited: New dimensions in the internationalisation of higher education. Centre for Applied Research on Economics & Management (CAREM).
<https://research.hva.nl/en/publications/internationalisation-revisited-new-dimensions-in-the-internationalisation>
- Dafouz, E. & Smit, U. (2020). Road-mapping English Medium Education in the Internationalised University. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan.
- Galloway, N. (Ed.). (2020). English in higher education – English medium. Part 1: Literature review. London: British Council. https://www.teachingenglish.org.uk/sites/teacheng/files/L020_English_HE_lit_review_FINAL.pdf
- Maguire, M., & Delahunt, B. (2017). Doing a thematic analysis: A practical, step-by-step guide for learning and teaching scholars. All Ireland Journal of Higher Education, 9(3). <https://ojs.aishe.org/index.php/aishe-j/article/view/335>
- Waddington, J., Ferrer, G., Mateu, G., Pons, P., Puntí, M. and Yeste, M. (2023) English medium education : a handbook for teachers : insights from the University of Girona. University of Girona - Publications Service. ISBN 978-84-8458-661-6. DOI: 10.33115/udg/b/9788484586616

EMID O25 Juegos serios de cartas en asignaturas de tecnología ambiental

Roberto J. Aguado^{a,b}, Gabriela A. Bastida^{a,c}, Quim Tarrés^a y Marc Delgado-Aguilar^a

^aGrup de recerca LEPAMAP-PRODIS, Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària, Universitat de Girona, 17003 Girona. <https://lepamap.udg.edu>;

^bcorrespondencia: roberto.aguado@udg.edu;

^cInstituto de Tecnología Celulósica, Facultad de Ingeniería Química (FIQ-CONICET), Universidad Nacional del Litoral, Santiago del Estero 2654, Santa Fe S3000AOJ, Argentina.

Abstract

We present three card games to teach environmental technology processes within Engineering courses. *FlushX* is related to soil pollution and soil recovery. *WaterWalks* uses wastewater treatment concepts. Finally, *Pollutic: The Gastering* is about air contamination and its control. Decks have asset cards, pollutant cards, treatment cards, and, only in the case of *Pollutic*, action cards. The objective is for students to easily associate environmental impact and treatment technologies.

Keywords: card games, environmental technology, gamification, serious games

Resumen

Presentamos tres juegos de cartas para enseñar procesos de tecnología ambiental en diferentes grados de ingeniería. *FlushX* trata de la contaminación y la remediación de suelos. *WaterWalks* emplea conceptos de depuración de aguas residuales. *Pollutic: The Gastering* lidia con la contaminación atmosférica y su control. Los mazos tienen cartas de activos, de contaminantes, de tratamientos y, en el caso de *Pollutic*, de acción. El objetivo es que los estudiantes asocien fácilmente impacto ambiental y tecnologías de tratamiento.

Palabras clave: gamificación, juegos de cartas, juegos serios, tecnología ambiental

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La tecnología ambiental se ha convertido en un aspecto crítico de la industria, ya que desempeña un papel crucial en la mitigación de los efectos de la contaminación y la promoción del desarrollo sostenible (Feijoo y Moreira, 2020). Al educar y capacitar a los estudiantes de ingeniería en estas áreas, podemos asegurarnos de que estén equipados con el conocimiento y las habilidades necesarias para abordar los desafíos ambientales del presente y del futuro.

Los juegos serios tienen el potencial de revolucionar la forma en que abordamos la educación en ingeniería, al proporcionar una forma divertida y efectiva de aprender mientras se promueve la conciencia ambiental. El tabú que rodea al aprendizaje basado en juegos en las universidades, reflejado en creencias absurdas de que infantilizaría a los estudiantes, debería ser erradicado. Tanto la gamificación como los llamados juegos serios han demostrado obtener resultados prometedores y ser efectivos en niveles postsecundarios (Almeida y Simões, 2019; DeArmond, 2022). Aunque estos términos a menudo se confunden, la gamificación generalmente significa incorporar algunos elementos motivadores de los juegos en contextos no relacionados con los juegos, mientras que un juego serio es un juego diseñado con propósitos distintos al entretenimiento. Esta comunicación presenta una serie de ejemplos de estos últimos.

El primer juego (*FlushX*) está relacionado con la contaminación del suelo y su posterior recuperación. El objetivo es reunir diferentes tipos de suelo limpio, y el primer jugador que recoja una carta de cada uno gana el juego. Sin embargo, cualquier carta de contaminante (metales pesados, fármacos polares, hidrocarburos aromáticos policíclicos) en una carta de suelo niega la

condición de victoria. Para remediarlo, se pueden usar cartas de surfactantes, ácidos, disolventes ecológicos y soluciones alternativas.

Además, también se presentan alternativas para el tratamiento de gases de escape (*Pollutic: The Gastering*) y aguas residuales (*WaterWalks*). En cuanto a los aspectos de vulnerabilidad en estos otros juegos de cartas, es claro, por ejemplo, que los estanques urbanos son más propensos a la eutrofización que los grandes lagos. En cuanto a las operaciones de tratamiento, algunos ejemplos: un proceso anaerobio-anóxico sería adecuado para la eliminación de nitratos y fosfatos, las resinas de poliestireno con grupos sulfonato harían un buen trabajo contra los cationes de metales pesados mediante intercambio iónico, los efluentes gaseosos que contienen dióxido de azufre podrían neutralizarse mediante absorción con una solución alcalina.

REGLAS GENERALES

El conjunto básico de reglas está inspirado en el juego *Virus!* de Tranjis Games, creado por Domingo Cabrero, Carlos López y Santi Santiesteban (Tranjis Games, 2023). Al comienzo de cualquiera de estos juegos, se baraja el mazo y cada jugador (estudiante) recibe tres cartas. Los jugadores pueden volver a robar al final de su turno, nunca al principio, y siempre para mantener su número de cartas fuera de turno en tres. En cada turno, el jugador puede realizar una y solo una de estas acciones:

- jugar una carta de activos (suelo, corriente o ciudad) frente a ellos;
- adjuntar una carta de tratamiento (*TREATMENT*) a una de sus cartas de activos;
- adjuntar una carta de contaminante (*POLLUTANT*) a una carta de activos de otro jugador;
- descartar 1, 2 o 3 cartas para robar 1, 2 o 3 cartas, respectivamente.

En el caso de *Pollutic*, también pueden jugar una carta de acción (*WHEATHER*). Es evidente que, al principio, si no hay cartas de activos en la mesa, jugar una carta de activos o descartar la mano son las únicas opciones posibles. Está prohibido colocar una carta de activos repetida; por ejemplo: Si un jugador ya tiene una carta de suelo *SAND* (arena) en su inventario, no puede jugar otra carta *SAND* a menos que la anterior se descarte.

Las cartas de activos jugadas frente a los jugadores pueden descartarse si el número de cartas de contaminante adjuntas a ellas es lo suficientemente alto. Las cartas de contaminante no son selectivas, por lo que pueden adjuntarse a cualquier carta de suelo, arroyo o ciudad. Descartar una carta de activos siempre implica descartar todas las cartas adjuntas a ella, incluidos los contaminantes y los tratamientos. Las cartas de tratamiento neutralizan selectivamente ciertas cartas de contaminante. Esto se define en el texto de cada carta de tratamiento y es el núcleo del proceso de aprendizaje. Así, cuando tanto el contaminante *POLYCYCLICS AROMATICS* (aromáticos policíclicos) como el tratamiento *SURFACTANT* (surfactante) están adjuntos a un cierto suelo, ambos se descartan automáticamente.

Para ganar, los jugadores deben recoger un cierto número de cartas de activos diferentes y asegurarse de que estén libres de contaminantes. La presencia de cualquier contaminante impide que los jugadores ganen, incluso si están en cartas de activos protegidas. Si el mazo se queda sin cartas, la pila de descarte se baraja y se usa en su lugar.

REGLAS ESPECÍFICAS

Los tres juegos serios se presentan en orden de complejidad creciente: *FlushX* para remediación de suelos (Fig. 1), *WaterWalks* para la depuración de aguas residuales (Fig. 2) y *Pollutic: The Gastering* (Fig. 3) para efluentes gaseosos. Huelga decir que cada uno de estos títulos rinde honor, en clave de humor, a un conocido juego de cartas o de tablero.

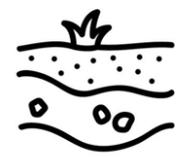
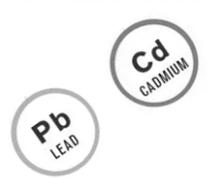
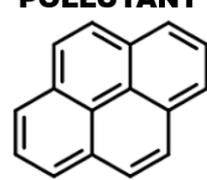
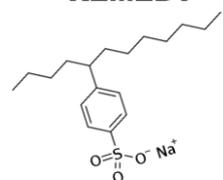
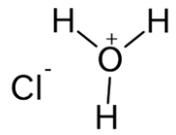
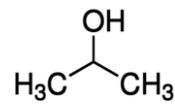
<p>SOIL</p>  <p>SAND To be discarded with 2 pollutant cards</p>	<p>SOIL</p>  <p>CLAY To be discarded with 4 pollutant cards</p>	<p>SOIL</p>  <p>LOAM To be discarded with 3 pollutant cards</p>	<p>POLLUTANT</p>  <p>HEAVY METAL IONS</p>
<p>POLLUTANT</p>  <p>POLYCYCLIC AROMATICS</p>	<p>REMEDY</p>  <p>SURFACTANT It targets polycyclic aromatics</p>	<p>REMEDY</p>  <p>ACID It targets heavy metal ions</p>	<p>REMEDY</p>  <p>COSOLVENT It targets pharmaceuticals</p>

Fig. 1. Algunas cartas de FlushX.

Remediación de suelos: FlushX

Los estudiantes deberían imaginar una operación de lavado de suelo *in situ*. Las cartas de activos corresponden a diferentes tipos de suelos con distinta porosidad. Esto influye tanto en su resistencia como en su facilidad para ser tratados. Los suelos se contaminan con iones de metales pesados (como Cd^{2+}), compuestos aromáticos policíclicos (como el antraceno), fármacos (como el ibuprofeno) y cualquier otro contaminante que los profesores y profesoras deseen incorporar. Los suelos porosos, como la arena, requieren menos cartas de contaminante para ser descartados, pero también menos cartas de tratamiento para ser protegidos.

Figúrese un pozo de entrada a través del cual se bombea una solución acuosa con cierto agente de limpieza. Para solubilizar iones de metales pesados, por ejemplo, una disolución ácida puede funcionar mejor que un surfactante. Si el Cd^{2+} está presente como silicato de cadmio en el suelo, dicha sal no es soluble, pero el CdCl_2 (logrado con HCl) sí lo es.

La condición para la victoria es reunir los suelos de *SAND*, *CLAY* y *SILT* que estén libres de contaminantes. Cuando un jugador o jugadora alcanza esta condición, el juego termina.

Depuración de suelos: WaterWalks

los estudiantes se imaginan a sí mismos gestionando una planta de tratamiento de aguas residuales, sea descentralizada o centralizada. Las cartas de activos son diferentes corrientes de origen industrial o doméstico. De hecho, uno de los objetivos de aprendizaje del juego es que los estudiantes comprendan las diferentes necesidades de una línea de tratamiento de aguas residuales en función del proceso.

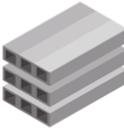
<p>TREATMENT</p>  <p>NEUTRALIZING</p> <p>Attach this card to a STREAM. In the case of coexistence with ACID, both are automatically discarded.</p>	<p>TREATMENT</p>  <p>OXIDATION DITCH</p> <p>Attach this card to a STREAM. In the case of coexistence with GREASE and NITRATE, the three are discarded.</p>	<p>TREATMENT</p>  <p>AEROBIC DEPURATION</p> <p>Attach this card to a STREAM. In the case of coexistence with DBO, both are discarded.</p>	<p>TREATMENT</p>  <p>CLARIFIER</p> <p>Attach this card to a STREAM. In the case of coexistence with GREASE or COARSE, both are discarded.</p>
<p>POLLUTANT</p>  <p>DBO</p> <p>Attach this card to any STREAM card on the table. With 3 POLLUTANT cards, the STREAM and the cards attached to it are discarded.</p>	<p>STREAM</p>  <p>FOOD INDUSTRY</p> <p>Need for disinfecting. A PATHOGENS card on this card counts as two PATHOGENS cards.</p>	<p>STREAM</p>  <p>STEEL INDUSTRY</p> <p>Acid effluents. To meet victory conditions, this card should have NEUTRALIZING attached.</p>	<p>POLLUTANT</p>  <p>PATHOGENS</p> <p>Attach this card to any STREAM card on the table. With 3 POLLUTANT cards, the STREAM and the cards attached to it are discarded.</p>

Fig. 2. Algunas cartas de WaterWalks.

Todas las cartas de corriente se descartan al adjuntar tres cartas de contaminante, o se protegen al adjuntar tres cartas de tratamiento. Sin embargo, las cartas de corriente tienen reglas específicas escritas en ellas. Por ejemplo, la fabricación de acero a menudo implica decapado con ácido, utilizando soluciones de ácido fluorhídrico y/o nítrico, por lo que tener una etapa de neutralización es necesario.

En otro contexto, los tratamientos pueden dirigirse a más de un contaminante. Dado que los clarificadores están diseñados para cumplir con el doble objetivo de flotación y sedimentación, pueden eliminar grasa o aceite, en la parte superior, así como sólidos gruesos, que se sedimentan en el fondo.

Efluentes gaseosos: Pollutic: The Gastering

Este juego incorpora cartas de acción (*WHEATHER*). Estas representan condiciones meteorológicas y no pueden ser adjuntadas o mantenidas si se usan. En cambio, ejercen un efecto inmediato y luego son descartadas. Con ellas, los estudiantes pueden aprender sobre la influencia del clima en la contaminación atmosférica. *SUNNY* (soleado) hace que se produzca ozono, *RAIN* (lluvia) lava los contaminantes y *WIND* (viento) traslada los contaminantes a otro lugar.

La condición de victoria es reunir cuatro de las cinco ciudades diferentes, que son las cartas de activos en *Pollutic*. La elección de ciudades catalanas se debe al hecho de que el juego fue elaborado para estudiantes de la *Universitat de Girona*, y su familiaridad con estos lugares podría hacer que reflexionen sobre la importancia de su geografía física y su actividad humana: plana de *VIC*, industria petroquímica en *TARRAGONA*, etc. Todas las cartas de ciudad se descartan al adjuntar tres cartas de contaminante, o se protegen al adjuntar tres cartas de tratamiento.



Fig. 3. Algunas cartas de Pollutic: The Gastering.

En cuanto a los tratamientos, siguen el mismo principio de asociación de conceptos. Como característica particular, el *NSCR* (que significa "Reducción Catalítica No Selectiva"), que es el caso de los catalizadores de tres vías en vehículos con motores de gasolina, necesita tanto hidrocarburos (como reductores) como NO_x (como oxidantes), y ambos tipos de contaminantes se eliminan simultáneamente. En contraste, el *SCR* (Reducción Catalítica Selectiva) implica el uso de amoníaco alimentado al proceso, pudiendo eliminar el NO_x de manera directa.

CONCLUSIONES

Se anima a los profesores y maestros a probar estos juegos para que los estudiantes asocien la contaminación y la tecnología de remediación, como un buen punto de partida antes de adentrarse en los detalles. Al fin y al cabo, de poco sirve saber diseñar un reactor de reducción catalítica selectiva (*SCR*) o un clarificador para aguas residuales si ignoran para qué se emplean.

Como desventaja, el juego es difícilmente ganable con más de 6 jugadores, lo que dificulta cumplir las condiciones de victoria dentro de un período de tiempo razonable.

REFERENCIAS

Almeida, F., y Simões, J. (2019). The Role of Serious Games, Gamification and Industry 4.0 Tools in the Education 4.0 Paradigm. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 120–136.

DeArmond, M.C. (2022). Making the Case for Gamification in Higher Education: A Review of Kevin Bell's "Game on! Gamification, Gameful Design and the Rise of the Gamer Educator". *The Northwest eLearning Journal*, 2(1), 5634.

Feijoo, G., y Moreira, M.T. (2020). Fostering environmental awareness towards responsible food consumption and reduced food waste in chemical engineering students. *Education for Chemical Engineers*, 33, 27–35.

Tranjis Games (4 de mayo de 2023). *Virus!* <https://tranjisgames.com/tienda/juego-de-mesa-virus/>

EMID O26 Exploring the Impact of Exam Retakes and Students Collaboration in Mathematics Education

Amanda Carreño-Sánchez^a, Alicia Herrero-Debón^a, Santiago Moll-López^a, Jose Antonio Moraño-Fernández^a, Marta Moraño-Ataz^b, Luis Manuel Sanchez-Ruiz^a, Erika Vega-Fleitas^c.

^aDepartamento de Matemática Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial, Universitat Politècnica de València, 46022, Valencia, amcarsan@mat.upv.es, aherrero@mat.upv.es, sanmollp@mat.upv.es, jomofer@mat.upv.es, lmsr@mat.upv.es.

^bUniversidad CEU Cardenal Herrera, y martamoroffice@gmail.com.

^cUniversitat Politècnica de València, 46022, Valencia, ervefl@upv.es.

Abstract

This study investigates the effects of peer exam retakes on student learning outcomes and collaborative engagement in the context of Mathematics education. Exam retakes allow students to enhance learning retention, and foster collaboration among peers. Survey data from 145 students reveal that exam retakes positively influence students' perceptions of usefulness, motivation, collaboration, learning, confidence, comfort, and competency development. The study underscores the potential of exam retakes in promoting collaborative learning environments.

Keywords: Peer Learning, Mathematics Education, Exam Retake, Collaborative Learning.

Resumen

Este estudio investiga los efectos de la repetición de exámenes en grupo en los resultados de aprendizaje de los estudiantes y en la participación en educación matemática. Las repeticiones de exámenes permiten a los estudiantes mejorar sus capacidades de aprendizaje y fomentar la colaboración entre compañeros. Una encuesta a 145 estudiantes muestra que esta metodología influye positivamente en su percepción sobre la utilidad, la motivación, la colaboración, el aprendizaje, la confianza, la comodidad, el desarrollo de competencias y la promoción de entornos de aprendizaje colaborativo.

Palabras clave: Aprendizaje por pares, Educación en Matemáticas, Repetición de Exámenes, Aprendizaje Colaborativo.

INTRODUCTION AND OBJECTIVES

Peer learning is a collaborative educational approach where learners engage in mutual education, knowledge exchange, and sharing experiences (Ananiadou, 2009; Boud, 2024, Campbell, 2024). This methodology contrasts with traditional one-directional teacher-student interactions by emphasizing student communication and interaction within the classroom (Campbell, 2024; Çelik, 2024; Kerman, 2024). Through peer learning, students can benefit from their strengths, the insights and knowledge of their peers, and enhance their understanding of educational content by teaching others (Pointon-Haas, 2024; Stigmar, 2016). Widely utilized in higher education, peer learning eases student communication, fosters self-directed learning and critical thinking, and improves learning efficiency and performance (Stigmar, 2016; Pointon-Haas, 2024; Mínguez-Aroca, 2024; Kerman, 2024).

Peer learning also has potential challenges. Indeed, if students fail to unify opinions or fully integrate information during peer learning sessions, conflicts may arise, posing risks for future cooperation (Stigmar, 2016; Pointon-Haas, 2024; Kerman, 2024). The effectiveness of peer learning can also be influenced by the dynamics between students and teachers

(Ananiadou, 2009; Boud, 2024, Campbell, 2024), as not all communication dynamics lead to effective information fusion or convergence.

In this research, a novel approach is considered. The methodology consists of fostering peer learning through exam retakes, in which, after an individual exam, students should retake the same exam in a group setting. This method leverages group dynamics to review and deepen understanding of concepts discussed in the solo exam, allowing for clarification of doubts and immediate feedback on their answers. Furthermore, students can elucidate the mathematical processes or reasoning used during the exam, reinforcing their learning and that of their peers. Additionally, applying this methodology during the assessment process ensures that all participants have prepared beforehand the corresponding topic of the subject, minimizing interactions among unprepared individuals and fostering engagement through the potential for individual grade improvement.

An additional benefit of this method is the enhancement of social and communication skills, as students must articulate their thoughts clearly and listen actively to others. This not only improves academic understanding but also builds interpersonal skills vital in professional settings. By reviewing the exam collectively, students can identify and learn from common mistakes, providing a secondary opportunity to reflect on their answers and better understand the discussed topics.

Student opinions are particularly crucial in assessing the effectiveness of this methodology. According to the data, many students positively received the experience, highlighting how group interactions enhanced their understanding of the material and boosted their confidence in their knowledge.

In addition to the advantages mentioned, the implementation of this peer learning approach significantly strengthens students' ability to 'learn how to learn.' By facing academic challenges in a collaborative environment, students not only acquire specific content knowledge but also develop critical skills for self-directed learning. This process fosters curiosity, the ability to ask effective questions and the skill to build upon acquired knowledge independently. Therefore, peer learning not only prepares students for future exams or academic tasks but also equips them with the competencies necessary for their ongoing professional and personal development, thereby validating the importance of this pedagogical approach in the comprehensive training of learners.

METHODOLOGY

Context and participants

The study was conducted within the "Mathematics I" course, which is a part of the Degree in Industrial Electronic Engineering and Automation at the Higher Technical School of Aerospace Engineering and Industrial Design (ETSIADI) of the Polytechnic University of Valencia. This research covered two academic years 2021/2022 and 2022/2023. The curriculum of "Mathematics I" includes four main modules: Complex Numbers and Hyperbolic Functions, Differential Calculus of Multivariable Functions, Integral Calculus, and Algebra. A total of 145 first-year students, all aged between 18 and 19 years, participated in the study.

Within the "Mathematics I" course, four assessment events were scheduled for each thematic block, as a part of a continuous assessment methodology. The evaluation process comprised two stages:

- **Individual Phase:** Students initially took the exam individually. This phase included short answer questions and problem-solving tasks, lasting 60 minutes.
- **Collaborative Phase:** Following the individual phase, students were organized into teams of four to collaboratively retake the same exam, but with a reduced duration of 45 minutes.

If a team's collaborative exam grade exceeded the individual grades, the higher score

would positively affect each member's individual score, enhancing it by 10% to 15%.

Questionnaire

To obtain students' perceptions of the peer learning assessment approach, a survey was designed including **Likert Scale Questions**, to assess students' overall experience, and **Open-Ended Questions**, in which students had the opportunity to provide detailed feedback.

The survey was administered immediately after the collaborative phase of the exam. Participation was voluntary and anonymous. Prior to the survey, all participants were informed about the nature of the research, the confidentiality of their responses, and their right to withdraw from the study at any point without consequence. Explicit consent was obtained from all participants, ensuring they understood that their participation was entirely voluntary, and their information would be treated with the utmost confidentiality. Data collected during the study was anonymized and securely stored, accessible only to the research team for analysis purposes. Also, personalized interviews were carried out for those students who freely accepted to be interviewed.

RESULTS

Usefulness of Peer Collaboration

The questionnaire sought to understand the perceived usefulness of collaborating with peers during the exam retakes within the "Mathematics I" course. The data reveals that most of the students found peer collaboration to be beneficial. Specifically, 38.6% of students rated it as "Very useful" and 27.6% as "Extremely useful", summing up to 66.2% who perceived high utility in this collaborative approach (see Figure 1). This significant positive response indicates that the peer learning model was well-received, with students appreciating the collaborative learning dynamics during exams. Only a small fraction (9.6%) found it to be less beneficial, indicating "Not very useful" or "Not at all useful". The median and mode values anchored at 4 (Very useful), further underscore the general student consensus towards the positive impact of peer interaction on their learning process.

Motivation

The motivation aspect of the questionnaire was designed to assess whether collaborating with peers during exam retakes influences students' motivation levels. Analyzing the responses, it becomes evident that peer collaboration had a favorable effect on student motivation. A considerable percentage of the students, 33.1%, agreed that their motivation was enhanced ("Agree"), and an additional 26.9% strongly felt this enhancement ("Strongly agree"), making a total of 60% who positively acknowledged the impact of peer learning on their motivation. Only a small segment of students, 12.4%, expressed a decrease in motivation, either disagreeing or strongly disagreeing with the statement, suggesting that while the majority benefit from increased motivation, there is a minority for whom this method may not be as effective (see Figure 1).

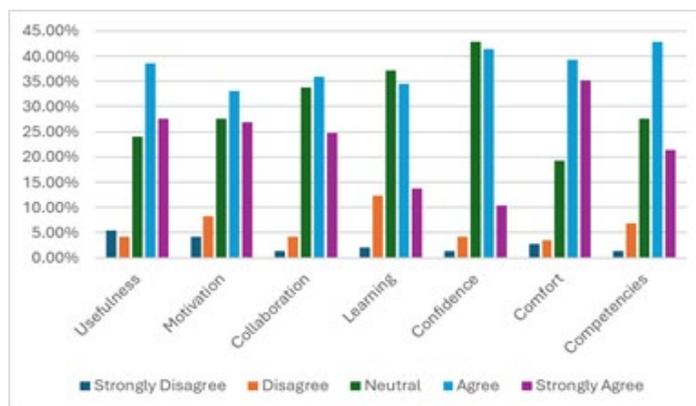


Fig. 1. Evaluation of Peer Collaboration in Exam Retakes: Summary of Responses.

Collaboration and Understanding

The questionnaire included a question aimed at measuring students' beliefs about whether collaboration with peers during exam retakes promotes a deeper understanding and retention of mathematical knowledge. The data suggest a positive perception of peer collaboration's role in fostering a deeper understanding of mathematical concepts. A substantial proportion of the respondents, 35.9%, indicated that they "Agree" (scored as 4), and 24.8% "Strongly agree" (scored as 5) with the statement, totaling 60.7% who felt that collaboration significantly aids their understanding. The median and mode for this response were both 4, reinforcing the strong positive consensus among students. In contrast, only a minimal 5.5% of students were skeptical, responding with "Disagree" (scored as 2) or "Strongly disagree" (scored as 1), indicating that the majority recognize and appreciate the benefits of collaborative learning in enhancing their comprehension and retention of material.

Learning New Strategies from Peers

The questionnaire surveyed the students on how often they find themselves learning new strategies or approaches from their peers during exam retakes. The responses illustrate that peer learning sessions during exam retakes are beneficial for a significant number of students in acquiring new strategies. Notably, 35.2% of students reported that they learn new strategies "in most questions of the exam", while 13.1% stated it happens "in nearly every question of the exam", combining for a total of 48.3% who frequently gain new insights from peers. The most common response was "in some of the questions", selected by 40.7% of the students, suggesting that while the acquisition of new strategies is not uniform, many students still find these interactions beneficial occasionally. Only a minor portion of the students, 11%, answered "Rarely" (in a few questions) or "Never" (in no questions of the exam), highlighting that the vast majority do experience some level of benefit from this aspect of peer learning. These findings indicate that while the frequency of learning new strategies from peers varies, the opportunity to engage in such learning is generally valued.

Confidence from Peer Collaboration

The questionnaire was used to determine how collaboration with peers during exam retakes affects students' confidence in tackling mathematical problems. The responses indicate a positive impact of peer collaboration on students' confidence levels. A notable 41.4% of students felt that their confidence was "Somewhat boosted," and 10.3% reported a "Significant boost" in confidence, totaling 51.7% who experienced an increase in confidence due to peer interaction during exams. The most frequent response was "No impact on my confidence," selected by 42.8% of students, suggesting that for a large group, peer collaboration neither enhances nor diminishes their confidence. Only a small percentage, 5.5%, felt that their confidence was either "Somewhat reduced" or "Significantly reduced," indicating that negative effects are minimal. These statistics show that while peer collaboration is beneficial for over half of the students in boosting confidence, a significant portion remains unaffected, highlighting varied individual experiences and perceptions of collaborative learning environments.

Comfort in Sharing Ideas During Peer Collaboration

The questionnaire inquired about students' comfort levels when sharing ideas and solutions with peers during exam retakes. The data highlights that most students feel comfortable sharing their ideas with peers in a collaborative exam setting. Specifically, 39.3% of the respondents reported feeling "Comfortable" and an additional 35.2% indicated feeling "Extremely comfortable," cumulatively showing that 74.5% of the participants experience a positive comfort level. This substantial majority suggests a generally supportive and open environment during peer learning sessions. On the other hand, a smaller segment of the

student set, 22.1%, responded with "Neutral," indicating neither particular comfort nor discomfort. Only a minimal 3.4% of students reported feeling "Uncomfortable" or "Extremely uncomfortable," representing a very small proportion of the total responses. These figures underscore the effectiveness of the peer collaboration setup in making students feel at ease while expressing their thoughts and solutions.

Enhancement of Competencies through Peer Collaboration

The questionnaire explored whether students believe that peer collaboration during exam retakes encourages the development of critical thinking and problem-solving competencies. The responses indicate a strong belief among students that peer collaboration positively impacts their critical thinking and problem-solving abilities. A significant 42.8% of students answered "Agree" and 21.4% "Strongly agree" that their skills are enhanced through collaborative exam retakes, totaling 64.2% who perceive a positive effect. This substantial majority underscores the effectiveness of peer learning in promoting higher-order thinking skills. The "Neutral" category was chosen by 27.6% of respondents, suggesting that some students may not distinctly perceive the impact of peer collaboration on their skills or may have mixed experiences. Only a small percentage, 8.3%, disagreed or strongly disagreed, indicating a minor dissenting view on the effectiveness of peer collaboration in enhancing these critical skills.

Insights from Student Interviews on Peer Collaboration

In addition to the structured questionnaire, optional and personal interviews were conducted to obtain deeper insights into students' experiences with peer collaboration during exam retakes. These interviews provided qualitative data that enriched our understanding of the students' perceptions and experiences.

Positive Feedback on Peer Collaboration: Most of the interview responses were overwhelmingly positive regarding the usefulness of the exam retakes facilitated by peer collaboration. Students frequently highlighted how these sessions allowed them to engage actively with the course material in a supportive environment, enhancing their learning outcomes. The opportunity to revisit the exam contents with peers was seen as particularly beneficial, aiding in the reinforcement and clarification of key concepts that were initially challenging.

Feedback on Exam Retakes: A unanimous point of agreement among the students was the value of the feedback received during these collaborative sessions. Students described the feedback on exam performance as "extremely positive," noting that it was not only helpful in correcting misunderstandings but also helpful in validating the knowledge they had acquired.

Drawbacks and Challenges: Despite the predominantly positive feedback, some drawbacks were noted regarding the dynamics of group interaction. A few students reported that sometimes the interaction within their group was not as constructive as desired. Issues such as uneven participation levels and differing levels of preparedness occasionally hindered the effectiveness of the collaboration. However, these instances were noted to be few and far between, suggesting that while room for improvement exists, they do not significantly detract from the overall positive experience.

Learning and Self-Discovery: A significant theme that emerged from the interviews was the learning and self-discovery facilitated by interacting with peers. Students expressed that through these discussions, they were able to learn from others and also uncover their own weaknesses. This dual benefit was highlighted as particularly valuable, as it not only promoted a deeper understanding of the subject matter but also encouraged a reflective practice where students could identify and address their own areas for improvement.

CONCLUSION

The study on peer collaboration within the "Mathematics I" course at the ETSIADI has pointed out several key benefits and minor challenges associated with peer-assisted learning, particularly in the context of exam retakes. Most students reported positive outcomes, noting significant enhancements in understanding, motivation, and confidence due to the collaborative approach. The feedback mechanism in place was particularly valued for its immediate and constructive nature, helping students identify and correct misconceptions while reinforcing their knowledge base.

Despite these positive findings, the research also highlighted occasional issues in group dynamics, such as unequal participation and varying levels of preparedness among peers. These challenges, though limited, underscore the need for ongoing adjustments to optimize the collaborative learning environment.

Further research is to refine peer learning methodologies, explore their application across different disciplines, and integrate advanced technological tools to enhance their effectiveness. Also, future sessions could explore strategies to enhance group interaction and ensure even more consistent positive experiences across all participants.

REFERENCIAS

Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. OECD Publishing, Paris, France, OECD Education Working Papers, No. 41. Available at: <https://doi.org/10.1787/218525261154>

Boud, D., & Bearman, M. (2024). The assessment challenge of social and collaborative learning in higher education. *Educational Philosophy and Theory*, 56(5), 459–468. <https://doi.org/10.1080/00131857.2022.2114346>

Campbell, J., Shaul, K., Slagle, K. M., & Sovic, D. (2024). Sustainable community development through peer-to-peer learning in the online and in-person classroom. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2023-0321>

Çelik, G., Sönmez, Ö.F., & Başer, A. (2024). Enhancing interprofessional education readiness in undergraduate dental students: a scenario-based peer learning programme. *BMC Oral Health*, 24, 121. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-03878-7>

Kerman, N. T., Banihashem, S. K., Karami, M., Er, E., Van Ginkel, S., & Noroozi, O. (2024). Online peer feedback in higher education: A synthesis of the literature. *Education and Information Technologies*, 29(1), 763-813.

Mínguez-Aroca, F., Moll-López, S., Llobregat-Gómez, N., Roselló, M. D., & Sánchez-Ruiz, L. M. (2024). Feedforward Enhanced Control System to Pursue Mathematical Competencies Achievement in Engineering Education. *Education Sciences*, 14(4), 362.

Pointon-Haas, J., Waqar, L., Upsher, R., Foster, J., Byrom, N., & Oates, J. (2024). A systematic review of peer support interventions for student mental health and well-being in higher education. *BJPsych Open*, 10(1), e12.

Stigmar, M. (2016). Peer-to-peer Teaching in Higher Education: A Critical Literature Review. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 24(2), 124–136. <https://doi.org/10.1080/13611267.2016.1178963>

EMID O27 Uso docente de la página web Statistics Kingdom en la asignatura Estadística

Josep M. Mateo Sanz^a, Laureano Jiménez Esteller^a, Carlos Pozo Fernández^a y Alberto Fernández Sabater^a

^aDepartament d'Enginyeria Química, Universitat Rovira i Virgili, josepmaria.mateo@urv.cat.

Abstract

In the subject of Statistics, due to its ease of use and the variety of techniques that can be applied, we introduce the resource of the Statistics Kingdom website so that students can solve the different exercises that we propose throughout the course of our subject. The objective is for students to improve their academic results by making the calculation process easier for them. The results obtained before and after the use of this web resource are compared. It is concluded that the teaching use of Statistics Kingdom has been effective.

Keywords: Statistics, exercise resolution, Statistics education, Statistics Kingdom, online resource.

Resumen

En la asignatura de Estadística, por su usabilidad y por la variedad de técnicas que se pueden aplicar, introducimos el recurso de la página web Statistics Kingdom para que los estudiantes resuelvan los diferentes ejercicios que les planteamos a lo largo del curso de nuestra asignatura. El objetivo es que los alumnos mejoren sus resultados académicos facilitándoles el proceso de cálculo. Se comparan los resultados obtenidos antes y después del uso de este recurso web. Se concluye que el uso docente de Statistics Kingdom ha sido efectivo.

Palabras clave: Estadística, resolución de ejercicios, enseñanza de Estadística, Statistics Kingdom, recurso online.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En nuestras asignaturas, cada cierto tiempo nos planteamos qué contenidos explicamos, cómo los explicamos y qué recursos usamos o pueden usar nuestros estudiantes. Es decir, vamos actualizando la asignatura en un sentido u otro. En el caso de la asignatura Estadística, los contenidos básicos están muy especificados y son bastante estables, pero cada vez van apareciendo más herramientas de cálculo que se podrían introducir en el aula. El temario de un primer curso de Estadística es común a los diversos estudios de Ingeniería o de Ciencias donde se imparte la asignatura. De manera resumida y sin entrar en detalles, este temario está formado por estadística descriptiva, cálculo de probabilidades, intervalos de confianza, contrastes de hipótesis y regresión lineal (Mateo-Sanz, 2011).

Como en cualquier materia de índole numérico, para resolver problemas y llegar a conclusiones, es necesario que los estudiantes realicen una serie de cálculos. Dependiendo del profesorado, estos cálculos los tienen que hacer a mano o usando algún programa, en nuestro caso, estadístico.

Desde hace ya bastantes años, buena parte de los profesores de la asignatura Estadística usamos programas informáticos de Estadística; una muestra de ellos serían SPSS, Statgraphics, Minitab, XLstat, PSPP o R. Todos ellos necesitan instalarse en el ordenador y la mayoría, las cuatro primeras de la lista anterior, son de pago. PSPP y R no son de pago, pero la primera tiene una funcionalidad, en cuanto a técnicas estadísticas, limitada y en la segunda, aunque tiene algún entorno gráfico que la hace más amigable, se deben introducir comandos para ejecutar los cálculos. Existen publicaciones que analizan la disyuntiva entre programas comerciales y programas gratuitos para la enseñanza de Estadística (Stemock, 2019). También se han publicado

estudios comparativos centrados únicamente en programas estadísticos gratuitos, tanto desde un punto de vista genérico (Sheperd, 2024) como desde un punto de vista más específico (Ashour, 2024).

En épocas más recientes han aparecido diversas páginas web que son calculadoras online de diversas materias, entre ellas las calculadoras estadísticas. Generalmente, estas páginas focalizan sus cálculos en alguna técnica estadística concreta y no en otras; por ejemplo, hay páginas que calculan probabilidades de ciertas distribuciones, y muestran gráficos, pero no trabajan con intervalos de confianza o con regresión lineal.

La página web Statistics Kingdom (<https://www.statskingdom.com>) engloba todas las técnicas estadísticas que forman el temario de un primer curso universitario de Estadística y, además, no se limita solamente a hacer los cálculos requeridos de cada técnica, sino que da unas explicaciones, tanto prácticas como teóricas, de los cálculos que se han realizado y de las conclusiones obtenidas. Para la mayoría de las técnicas, en el apartado de resultados también aparecen unos gráficos que ayudan a interpretar dichos resultados.

Resumiendo, la página Statistics Kingdom es una página web gratuita, no hay que instalarla en el ordenador, es fácil de uso por su sistema de menús y ventanas para entrar los datos y elegir opciones, realiza los cálculos de cualquiera de los contenidos básicos, y no tan básicos, de un curso de Estadística, y da explicaciones de la técnica estadística que se ha usado. Por todos estos motivos, hemos decidido usar Statistics Kingdom como recurso para que los estudiantes resuelvan los diferentes ejercicios que les planteamos a lo largo del curso de nuestra asignatura de Estadística. De este modo, complementamos y ampliamos el alcance de otros estudios existentes que ya exploraban el uso de Statistics Kingdom dentro de áreas más específicas (Polnok, 2022).

Los objetivos que se persiguen son:

- Usar un recurso informático online gratuito para los cálculos que deben realizarse en las clases de problemas de Estadística.
- Comparar las calificaciones obtenidas usando la página web Statistics Kingdom respecto a las obtenidas en años anteriores.
- Comparar el tiempo dedicado a resolver ejercicios de Estadística usando la página web Statistics Kingdom respecto al tiempo que se ha necesitado en años anteriores usando otros recursos.

DESARROLLO Y METODOLOGÍA

Participantes.

Para llevar a cabo la comparación de resultados obtenidos con el uso de la página web Statistics Kingdom, hemos seleccionado los estudiantes de los tres últimos cursos académicos (2021-22, 2022-23 y 2023-24) de los grados de Química, Bioquímica y Biología Molecular, Biotecnología, y Enología de la Universitat Rovira i Virgili. En estos cuatro grados se imparte la asignatura de Estadística durante el primer cuatrimestre y los contenidos son comunes a todos ellos. También son comunes la metodología usada en las clases de cada grado y el profesor de las clases de teoría. El total de estudiantes matriculados en la asignatura fue 238 en el curso 2021-22, 236 en el curso 2022-23 y 239 en el curso 2023-24.

Procedimiento.

Las horas lectivas de la asignatura se dividen, durante las 14 semanas que conforman un cuatrimestre, en dos horas semanales de teoría y dos horas semanales de resolución de ejercicios. Las clases de resolución de ejercicios se llevan a cabo a través de ordenadores personales de los alumnos, y los resuelven por parejas con el objetivo de que puedan plantear y discutir entre ellos la resolución de cada problema propuesto. Los ejercicios se presentan a través de la plataforma Moodle y se deben introducir las respuestas en esta misma plataforma de manera que queda registrada la actividad de cada pareja en cada sesión de ejercicios, tanto la

calificación de cada ejercicio como el tiempo empleado en resolverlo. Las calificaciones obtenidas en estas sesiones conforman el 50% de la nota final de la asignatura y el otro 50% se obtiene a partir de un examen final individual.

Durante los cursos 2021-22 y 2022-23, los estudiantes podían usar las fórmulas y herramientas de Microsoft Excel para resolver los ejercicios, mientras que en el curso 2023-24 se introdujo el uso de la página web Statistics Kingdom para dicha resolución. Esta es la gran diferencia metodológica del curso 2023-24 respecto a los dos cursos anteriores.

En los análisis que se llevan a cabo en este trabajo, se han seleccionado los ejercicios propuestos en 3 de las sesiones de problemas. Fueron los ejercicios correspondientes a la semana cuatro (primera sesión de intervalos de confianza), la semana seis (primera sesión de contrastes de hipótesis) y la semana nueve (primera sesión de regresión lineal).

En la tabla siguiente, Tabla 1, se muestran los ejercicios analizados en cada una de estas sesiones.

Tabla 1. Ejercicios analizados.

Primera sesión de:	Ejercicios analizados
Intervalos de confianza	IC1, IC2, IC5, Complemento 1
Contrastes de hipótesis	CH1, CH2, CH3, CH18, Complemento 2
Regresión lineal	Reg1

Los ejercicios ICx, CHx y Regx son de tipo básico de cada tema en el sentido que tienen un planteamiento simple y directo y están más centrados en el cálculo mientras que los ejercicios complementarios requieren de un planteamiento más complejo.

Análisis de datos.

Se han analizado las calificaciones y los tiempos de resolución de cada ejercicio a lo largo de los 3 últimos cursos académicos. Se han calculado las medias y las desviaciones estándar y se han realizado gráficos box-plot para visualizar las diferencias de los resultados obtenidos entre los cursos. Además, se ha aplicado análisis de la varianza (Anova) para contrastar si las diferencias entre los resultados de los diversos cursos son significativas o no y, en el caso de que lo sean, se han aplicado contrastes de comparaciones múltiples de Tukey HSD para determinar entre qué cursos se producen estas diferencias.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran las medias y las desviaciones estándar, entre paréntesis, de las calificaciones obtenidas por los estudiantes de cada curso y de los tiempos de resolución de cada ejercicio analizado. Las calificaciones están valoradas en una escala de 0 a 10 y los tiempos se expresan en minutos. El ejercicio Complemento 1 no estaba disponible el curso 2021-22.

Tabla 2. Medias y desviaciones estándar de calificaciones y tiempos.

Ejercicios	Calificaciones			Tiempos		
	2021-22	2022-23	2023-24	2021-22	2022-23	2023-24
IC1	8,09 (1,88)	7,71 (1,90)	8,49 (1,63)	19,24 (12,61)	24,83 (16,75)	14,91 (9,70)
IC2	8,34 (1,99)	8,03 (2,08)	8,69 (1,99)	11,56 (6,70)	12,67 (6,97)	9,75 (6,57)
IC5	8,32 (2,12)	7,72 (2,01)	8,33 (1,93)	13,68 (6,71)	13,69 (7,19)	10,78 (5,33)
Compl1	No dispon.	5,34 (2,06)	6,86 (1,96)	No dispon.	88,55 (12,00)	72,93 (12,66)
CH1	8,80 (1,56)	8,60 (1,53)	9,29 (0,85)	20,94 (10,30)	27,01 (15,93)	17,23 (10,69)
CH2	8,59 (1,59)	8,02 (1,75)	8,81 (1,20)	12,82 (6,30)	14,67 (6,90)	12,22 (6,49)
CH3	9,08 (1,16)	8,64 (1,51)	9,52 (0,82)	12,71 (5,49)	14,63 (8,82)	9,72 (5,83)
CH18	9,09 (1,30)	8,43 (1,80)	9,26 (1,29)	10,10 (4,50)	10,91 (6,02)	9,18 (5,80)
Compl2	3,76 (2,81)	4,83 (3,18)	7,18 (2,39)	34,07 (13,12)	27,72 (13,54)	36,08 (11,77)

Reg1	8,57 (1,70)	7,94 (2,25)	9,54 (0,68)	26,22 (12,19)	26,13 (13,80)	13,77 (8,00)
------	-------------	-------------	--------------------	---------------	---------------	---------------------

En la Tabla 2 se han marcado en negrita las calificaciones medias más altas y los tiempos medios más bajos de cada ejercicio en los 3 cursos analizados. Las calificaciones más altas de cada ejercicio siempre se han obtenido en el curso 2023-24 y los tiempos más bajos, excepto en el ejercicio Complemento 2, también se han dado en el curso 2023-24. En general, las calificaciones medias más bajas y los tiempos medios de resolución más altos han correspondido al curso 2022-23.

Cuando se ha aplicado Anova para contrastar si las diferencias entre los resultados de los diversos cursos son significativas, se ha obtenido que existen diferencias significativas para todos los ejercicios analizados, tanto para las calificaciones como para los tiempos de resolución.

En la Tabla 3 se muestra el resultado obtenido al aplicar contrastes de comparaciones múltiples de Tukey HSD para determinar entre qué cursos concretos se producen estas diferencias que se han confirmado que existen, a nivel general, cuando se ha aplicado Anova. Para cada ejercicio analizado y para cada par de cursos académicos y para cada variable estudiada (calificaciones y tiempo de resolución), se marca con "Sí" cuando la diferencia es significativa y se marca con "No" cuando la diferencia no es significativa. Entre paréntesis se muestra el p-valor de cada contraste. El nivel de error para realizar los contrastes se ha fijado en 0,05.

Tabla 3. Resultados de Tukey HSD para determinar diferencias entre cursos. Los p-valores están entre paréntesis.

Ejercicio:	Calificaciones			Tiempos			
	2021-22 2022-23	2021-22 2023-24	2022-23 2023-24	2021-22 2022-23	2021-22 2023-24	2022-23 2023-24	2022-23 2023-24
IC1	No (0,21)	No (0,19)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)	Sí (0,03)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)
IC2	No (0,44)	No (0,37)	Sí (0,03)	No (0,39)	No (0,08)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)
IC5	No (0,054)	No (1,00)	Sí (0,04)	No (1,00)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)
Compl1			Sí (<0,01)			Sí (<0,01)	Sí (<0,01)
CH1	No (0,47)	Sí (0,01)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)	Sí (0,046)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)
CH2	Sí (<0,01)	No (0,48)	Sí (<0,01)	No (0,07)	No (0,74)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)
CH3	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)	No (0,07)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)
CH18	Sí (<0,01)	No (0,63)	Sí (<0,01)	No (0,49)	No (0,38)	Sí (0,04)	Sí (0,04)
Compl2	Sí (0,01)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)	No (0,45)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)
Reg1	Sí (0,01)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)	No (1,00)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)	Sí (<0,01)

En la tabla anterior se han marcado en negrita las diferencias significativas. Entre los cursos 2022-23 y 2023-24 todas las diferencias son estadísticamente significativas, mientras que entre los cursos 2021-22 y 2023-24 se han encontrado cuatro y cinco diferencias significativas cuando se evalúan las calificaciones y los tiempos de resolución, respectivamente.

A modo de ejemplo, en la Figura 1 se muestran los box-plots con las calificaciones y los tiempos correspondientes a dos ejercicios distintos: uno de contrastes de hipótesis (CH1), y otro de regresión lineal (Reg1). En el caso del ejercicio CH1, no hay diferencias estadísticamente significativas entre las calificaciones de los cursos 2021-22 y 2022-23, pero sí que las hay entre el resto de pares de cursos. Con respecto al tiempo, sí que existen diferencias entre los tiempos de este ejercicio para los tres cursos estudiados. Por otra parte, el ejercicio Reg1 sí que presenta diferencias estadísticamente significativas en las calificaciones obtenidas durante los tres cursos. En cuanto a los tiempos, para este ejercicio no hay diferencias entre los cursos 2021-22 y 2022-23, pero sí que las hay entre los otros pares de cursos.

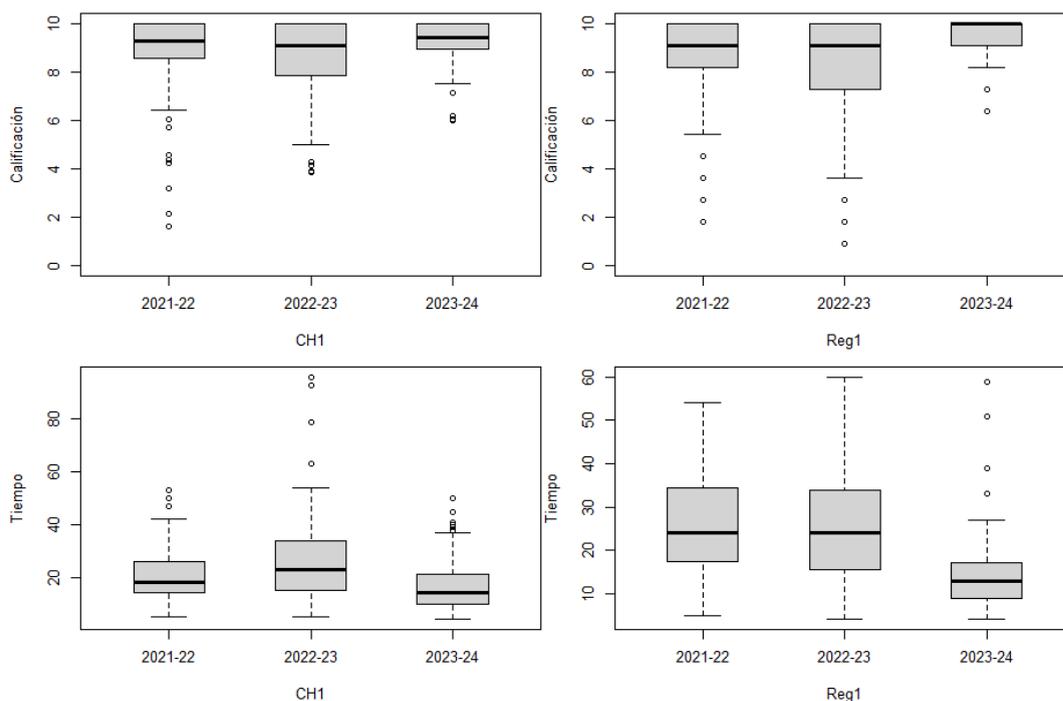


Fig. 1. Box-plots de las calificaciones y los tiempos correspondientes a los ejercicios CH1 y Reg1.

CONCLUSIONES

En el curso 2023-24 se ha introducido el uso docente de la página web Statistics Kingdom para la resolución de ejercicios de la asignatura Estadística en diversos grados de la Universitat Rovira i Virgili. Se han comparado los resultados de las calificaciones obtenidas en diversos ejercicios y sus tiempos de resolución respecto los dos cursos anteriores, cuando se usaba Excel para resolver dichos ejercicios, y se ha obtenido que las calificaciones y los tiempos medios de resolución habían mejorado y, en muchos casos, lo han hecho de manera estadísticamente significativa. Se concluye que el uso docente de Statistics Kingdom ha sido efectivo.

REFERENCIAS

Ashour, L. (2024) A review of user-friendly freely-available statistical analysis software for medical researchers and biostatisticians. *Research in Statistics*, 2(1), 2322630. <https://doi.org/10.1080/27684520.2024.2322630>

Mateo-Sanz, J. M. (2011). *Estadística pràctica pas a pas*. Universitat Rovira i Virgili.

Polnok, S., Auta, T. T., Nugroho, H. S. W., Putra, G. D. G. M., Sudiantara, K., Gama, I. K., Mustika, I. W., Suparji, Onggang, F. S., Rusni, W., Subrata, T., Sumadewi, T., Huru, M. M., Mamoh, K., Mangi, J. L., Yuswanto, T. J. A. (2022). Statistics Kingdom: a very helpful basic statistical analysis tool for health students. *Health Notions*, 6(9).

Shepherd, M. A., Richardson, E. J. (2024). Opting for open-source? A review of free statistical software programs. *Teaching Statistics*, 46(1), 53-63. <https://doi.org/10.1111/test.12360>

Stemock, B., Kerns, L. (2019). Use of commercial and free software for teaching Statistics. *Statistics Education Research Journal*, 18(2), 54-67

EMID O28 Vídeos Educativos en Estadística: Estrategias Innovadoras para el Aprendizaje Activo

M. Comas-Cufí, P. de la Lama Zubiran, P. Daunis-i-Estadella, J.A. Martín-Fernández, G. Mateu-Figueras, J. Palarea-Albaladejo, J. Saperas-Riera

^aDepartament d'Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística, Universitat de Girona, pepus@imae.udg.edu

Abstract

The EIO area of the Dept. of IMAE at UdG has compiled a wide variety of educational videos ranging from theoretical introductions to problem-solving, some with interactive elements. Software installation videos have also been developed. These resources have been used in various scenarios, from flipped classrooms to simply providing them as supplementary material. In this presentation, we reflect on how to effectively use these resources to enhance student understanding and engagement in the learning process.

Keywords: Educational videos, educational technology, interactive learning, teaching methodologies, statistical literacy

Resumen

El área de EIO del Dept. de IMAE de la UdG ha recopilado una amplia variedad de vídeos educativos, desde introducciones teóricas hasta la resolución de problemas, algunos con elementos interactivos. También se han desarrollado vídeos de instalación de software. Estos recursos se han utilizado en diversas situaciones, desde clases inversas hasta simplemente dejarlos como material adicional. En esta comunicación, reflexionamos sobre cómo emplear estos recursos de manera efectiva para fomentar la comprensión y el compromiso de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Palabras clave: Vídeos educativos, tecnología educativa, aprendizaje interactivo, metodologías de enseñanza, alfabetización estadística

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En los últimos años, el área de Estadística e Investigación Operativa (EIO) del Departamento de Informática, Matemática Aplicada y Estadística (IMAE) de la Universitat de Girona (UdG) ha apostado por los vídeos como recurso educativo. Durante el curso 2015/16, se elaboraron una serie de 11 vídeos que resumen contenidos de estadística descriptiva, muestreo y diseño de experimentos. Si bien, estos vídeos fueron inicialmente concebidos como parte de un curso de formación para profesorado de secundaria, también se empezaron a utilizar como material adicional en las clases de estadística que el área imparte en diferentes grados, incluyendo las asignaturas de estadística en los estudios técnicos de la Escola Politècnica Superior (EPS).

Posteriormente, con la llegada de la pandemia de COVID-19 y el consiguiente confinamiento, consideramos que los vídeos podían ser muy útiles para complementar la docencia online a la que nos vimos obligados. De este modo, se fue completando la colección de vídeos para cubrir los temas de probabilidad, variable aleatoria e inferencia estadística. En esta etapa, introdujimos otros formatos de vídeos. En la actualidad, el área dispone de una lista de reproducción denominada "Materials x Estadística (IMAE)" en el canal de YouTube "UdG Materials Docents" con un total de 123 vídeos.

Trabajos de investigación sobre el uso educativo de los vídeos muestran que su uso aumenta el aprendizaje (Kosterelioglu, 2016). El objetivo de esta comunicación es realizar una reflexión sobre la utilización de estos materiales en el ámbito de la docencia de estadística. En

particular, se pretende compartir la reflexión de los miembros del área de EIO sobre la eficacia de estos vídeos en el proceso de enseñanza-aprendizaje y su integración en el aula, así como una discusión sobre el grado de accesibilidad que se debe ofrecer a estos recursos.

TIPOS DE VÍDEOS Y ESTRATEGIAS DE SU USO

Describiremos primero las diferentes tipologías de vídeos que hemos desarrollado resaltando sus características principales. Esta descripción ilustra la variedad de recursos que hemos preparado para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la estadística.

- Vídeos de introducción de conceptos teóricos: tienen una duración media de 10 minutos y presentan explicaciones del profesor apoyadas con diapositivas. El discurso está cuidadosamente preparado para minimizar el tiempo de duración, lo que implica un considerable esfuerzo de planificación y producción.
- Vídeos de resolución de problemas: son más cortos y en ellos se resuelve un problema del dossier de clase. Para su realización, se utilizan herramientas que permiten una escritura ágil en una pantalla, así como efectuar algunos cálculos utilizando diferente software estadístico (R, RStudio, RCommander o Jamovi, dependiendo de los estudios grado).
- Vídeos de ayuda para la instalación del software: proporcionan instrucciones detalladas para la instalación del software estadístico en el ordenador personal, además de ofrecer una primera introducción a su uso.
- Vídeos de grabación de una sesión de teoría: grabaciones de las clases online realizadas durante los cursos afectados por la pandemia de COVID-19. Son videos largos que capturan la totalidad de la sesión. Incluyen exposiciones teóricas, resoluciones de problemas y clases prácticas con el software estadístico.
- Vídeos de grabación de clases presenciales de problemas: se aprovechó el equipamiento del aula para grabar las clases presenciales completas. En éstas, el profesor resuelve problemas en la pizarra manualmente y con el apoyo del software estadístico. Son vídeos pensados para el grado de Arquitectura Técnica y Edificación que se ofrece en la EPS en formato presencial y semipresencial.
- Vídeos con elementos interactivos: Recientemente, se han integrado elementos interactivos en nuestros vídeos. En el marco de las Ayudas para la Mejora de la Calidad Docente ofrecidos por la UdG, se ha utilizado la plataforma Edpuzzle que permite integrar preguntas de diversos tipos dentro de los vídeos. Las preguntas están directamente relacionadas con el contenido del vídeo. Los estudiantes deben responderlas en momentos específicos de la reproducción y reciben retroalimentación inmediata sobre sus respuestas, incluyendo explicaciones en el caso de errores. La aplicación también permite introducir notas contextuales o instrucciones adicionales.

Asimismo, hemos implementado diversas estrategias para incorporar los vídeos en las clases de estadística, adaptándonos a diferentes metodologías para maximizar su efectividad educativa. Una de las metodologías adoptadas es similar a la clase inversa (Berret, 2016), en la que se proporciona al alumnado uno o dos vídeos que deben visionar antes de asistir a la clase presencial. Durante la clase, se resuelven dudas y se profundiza en el contenido, haciendo referencia a las explicaciones de los vídeos y fomentando la participación activa del alumnado. Cabe destacar que esta metodología requiere una asistencia y un seguimiento continuo por parte de los estudiantes.

Otra estrategia utilizada consiste en ofrecer los vídeos como material adicional de apoyo a las clases habituales. En este enfoque, se imparten las clases de manera convencional y, posteriormente, se publican vídeos con explicaciones adicionales que utilizan ejemplos diferentes a los vistos en clase, proporcionando una alternativa a los estudiantes que necesitan reforzar su comprensión de los conceptos tratados.

También hemos experimentado con una metodología intermedia, en la que se solicita el visionado de un vídeo antes de una clase. En estos casos, el contenido del vídeo suele ser

meramente introductorio, por ejemplo, una presentación de un software específico. Posteriormente, se realiza la clase habitual. El vídeo permite que el alumnado llegue a clase con una idea inicial del tema a tratar.

Finalmente, en el caso específico del grado de Arquitectura Técnica y Edificación, la grabación completa de las clases presenciales ha sido especialmente útil para los estudiantes que cursan la modalidad semipresencial. Estos, pueden acceder a las grabaciones completas y utilizarlas junto con otros materiales preparados por el profesorado para comprender mejor los conceptos. Estas estrategias ilustran las diversas maneras en que hemos integrado los vídeos en nuestras prácticas docentes, adaptándonos a las necesidades y contextos específicos de los estudiantes para mejorar su aprendizaje.

RESULTADOS

En general, podemos afirmar que el alumnado aprecia la disponibilidad de los vídeos. En nuestra lista de reproducción, hay vídeos con más de 3000 visualizaciones, tanto de explicaciones de conceptos teóricos como de resolución de problemas, siendo estos últimos particularmente exitosos. Sin embargo, también encontramos vídeos, tanto de contenido teórico como de problemas, con muy pocas visualizaciones.

La literatura sugiere que los vídeos educativos deben tener una duración de no más de 6 minutos (Brame, 2017). No todos nuestros vídeos cumplen con esta recomendación, ya que algunos conceptos son difíciles de explicar en tan poco tiempo. Es posible que esta duración recomendada no siempre sea ideal, especialmente considerando que los estudiantes hoy en día están acostumbrados a plataformas en redes sociales donde los vídeos son extremadamente breves.

Por otro lado, el uso de vídeos en la docencia tiene algunos inconvenientes (Pattier, 2021). De nuestra experiencia, creemos importante reflexionar sobre su potencial impacto en la asistencia a clase. Para mitigar este riesgo, una estrategia efectiva podría ser integrar los vídeos como parte de tareas específicas, promoviendo así su uso activo y complementario a las sesiones presenciales. De este modo, los vídeos no solo servirían como material de apoyo, sino que también incentivarían la participación y el compromiso de los estudiantes con el curso.

La metodología de la clase inversa con los vídeos no ha sido muy bien recibida por los estudiantes, quienes han manifestado que los conceptos estadísticos presentan cierta dificultad y no es fácil comprenderlos solo a través de un vídeo. Prefieren escuchar primero la explicación directa del profesor antes de abordar el contenido por su cuenta.

Otra cuestión para tener en cuenta son las posibilidades que ofrecen los vídeos para atender a la diversidad. Con unas simples recomendaciones, basadas en la norma UNE 153010 (2012) "Subtitulado para personas sordas y personas con discapacidad auditiva", podemos dar accesibilidad a los vídeos a través de adaptaciones, ya sea a partir de subtítulos para diferentes lenguas o con discapacidad auditiva.

Finalmente, debemos tener presentes los vídeos educativos como Recursos Educativos Abiertos (REA KIT 2023), permitiendo su uso, adaptación y compartición bajo licencias abiertas. Iniciativas como la Guía de Recursos Educativos Abiertos y repositorios como Procomún, MDX, Merlot y OER Commons, apoyan su difusión. Adaptar los vídeos a licencias abiertas y depositarlos en repositorios REA es el siguiente paso importante.

CONCLUSIONES

El uso de vídeos educativos en la enseñanza de la Estadística en la Universitat de Girona es una herramienta valiosa para complementar y mejorar el proceso de aprendizaje. La diversidad de formatos y metodologías utilizadas ha permitido adaptar los recursos a diferentes contextos y necesidades de los estudiantes, proporcionando apoyo tanto en clases presenciales como en modalidades semipresenciales y online.

La incorporación de elementos interactivos permite convertir el visionado de un vídeo

en una experiencia activa. Sin embargo, el desafío de mantener el interés y la atención de los estudiantes sigue siendo un punto crítico, especialmente en un entorno acostumbrado a contenidos breves y de rápida consumición, como los de plataformas de redes sociales. A pesar de esto, los vídeos han sido bien recibidos y han mostrado ser un recurso eficaz cuando se utilizan como material de apoyo y en combinación con clases presenciales.

Finalmente, la accesibilidad y la adaptabilidad de los vídeos mediante subtítulos y otras adaptaciones que permitan una mayor inclusividad y atención a la diversidad, es un punto que consideramos importante a explorar.

REFERENCIAS

AENOR, NORMA UNE 153010 (2012): Subtitulado para personas sordas y personas con discapacidad auditiva, Madrid: AENOR.

Berrett, D. (2016). The Flipped Classroom: A Survey of the Research. *Journal of College Teaching & Learning*, 13(2), 1–18.

Brame, C.J. (2017). Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from

Video Content. *CBE—Life Sciences Education*, 15(4): es6.

Kosterelioglu, I. (2016). Student Views on Learning Environments Enriched by Video Clips. *Universal Journal of*

Educational Research, 4(2), 359-369, 2016 <http://www.hrpub.org> DOI: 10.13189/ujer.2016.040207

Pattier, D. (2021). Teachers and YouTube: The use of video as an educational resource. *Ricerche Di Pedagogia E*

Didattica. Journal of Theories and Research in Education, 16(1), 59–77.
<https://doi.org/10.6092/issn.1970-2221/11>

REA KIT (2023) . *Guía de recursos educativos en abierto.*, Rebiun-CRUE.
<https://www.rebiun.org/kit-rea/inicio>

EMID O29 Transformación Metodológica de Prácticas: Implementación del Aprendizaje Activo en un Entorno de Coordinación Vertical Mediante Talleres Virtuales y Simuladores de Control Numérico

Susana Martínez-Pellitero^a, M^a Ángeles Castro Sastre^a, Joaquín Barreiro García^a, Sara Giganto Fernández^a, Ana Isabel Fernández Abia^a y Pablo Rodríguez González^a

^aÁrea de Ingeniería de los Procesos de Fabricación. Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial, Universidad de León, Campus de Vegazana, 24071 León, España (smarp@unileon.es, macass@unileon.es, jbarg@unileon.es, sgigf@unileon.es, aifera@unileon.es, prodrq@unileon.es).

Abstract

The methodology used to improve the acquisition of knowledge of Numerical Control for Machine Tools in the subject of Mechanical Technology, subject to a Vertical Coordination process, is shown. It shows the change towards active learning, collaboration between subjects and the use of digital tools for integration with real practices in the machining workshop. The results achieved reflect an improvement in knowledge according to the results obtained in the evaluation of the subject, and in the observation of repeat students.

Keywords: Vertical Coordination, Active Learning, Virtual Workshops, Simulator.

Resumen

Se muestra la metodología utilizada para mejorar la adquisición de conocimientos de Control Numérico para Máquina Herramienta en la asignatura de Tecnología Mecánica, sometida a un proceso de Coordinación Vertical. Se muestra el cambio hacia el aprendizaje activo, la colaboración entre asignaturas y el uso de herramientas digitales para su integración con las prácticas reales en taller de mecanizado. Los resultados conseguidos reflejan una mejora de conocimientos según los resultados obtenidos en la evaluación de la asignatura, y en la observación de alumnos repetidores.

Palabras clave: Coordinación Vertical, Aprendizaje Activo, Talleres Virtuales, Simulador.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Con el fin de lograr una mejora continua en todos los procesos, especialmente aquellos relacionados con la formación de los estudiantes en los diferentes grados y másteres que ofrece la Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial de la Universidad de León, desde la Dirección se realiza un proceso de coordinación vertical entre asignaturas, para identificar la necesidad de ajustes entre los contenidos impartidos en cada una. Esto, también permite a los profesores adaptar los contenidos de las asignaturas a la evolución constante del mercado laboral sin caer en la superposición o duplicidad de contenidos, o en la omisión de contenidos esenciales o conocimientos previos entre asignaturas y/o cursos, por lo que el proceso de coordinación es continuo y entre todos los implicados en cada grado.

En el curso 2018-2019, la Dirección comenzó por primera vez con este proceso de coordinación vertical, empezando por el cuarto curso y descendiendo hasta el primer curso de cada Grado. Para ello, se solicita a los responsables de las asignaturas que rellenen una ficha con información sobre los contenidos actuales y su vinculación con asignaturas previas. Este punto es fundamental, ya que cada profesor puede formular las necesidades de refuerzo en contenidos previos, introducción de nuevos contenidos o solapamiento entre contenidos impartidos. Además, es importante que cada profesor revise, a su vez, las fichas de las asignaturas que han relleno los responsables de los cursos superiores, valoren sus

sugerencias, dialoguen con los responsables solicitantes y coordinadores de Grado, y tengan en cuenta los resultados de este proceso para elaborar las guías docentes del próximo curso académico.

En este trabajo, se va a explicar el caso concreto Tecnología Mecánica, de tercer curso de Ingeniería Mecánica, y a la cual se le solicitó desde Fabricación Integrada, de cuarto curso, una mejora en los contenidos sobre programación de Máquina Herramienta por Control Numérico (CNC) durante el proceso de Coordinación Vertical. Se ha reorientado la forma tradicional de impartir esta docencia hacia un enfoque de aprendizaje activo en la parte práctica para mejorar los resultados académicos, ya que está suficientemente demostrado que los estudiantes en entornos de aprendizaje activo tienen un rendimiento significativamente mejor y tasas de fracaso menores (Freeman, 2014).

METODOLOGÍA

Para conseguir el objetivo propuesto, se estableció una metodología que ha ido madurando durante los cursos posteriores, y que se ha realizado en las siguientes fases (Fig. 1):



Fig. 1. Fases seguidas para implantar la nueva metodología

FASE 1: DIAGNOSIS

Ya se venía impartiendo docencia sobre Control Numérico en la parte práctica, que incluía: Dos seminarios de 2 horas cada uno, una práctica de 2h con el simulador WinUnisoft en grupos de 2 o 3 estudiantes y dos prácticas de 2 horas cada una en máquina-herramienta. Todas las actividades guiadas por el profesor, sin opciones de probar estrategias nuevas debido al escaso tiempo disponible, por lo que no resultaban suficientes, y los estudiantes no comprendían las sentencias básicas de programación en códigos ISO. Aunque los ejercicios planteados formaban parte de la evaluación continua, los estudiantes no mostraban interés ni en los seminarios ni en las prácticas de laboratorio, donde, al ser grupos grandes de 20 estudiantes, no llegaban a identificar los problemas reales del mecanizado.

FASE 2: PROPUESTA DE MEJORAS

Se realiza entonces un análisis de soluciones para pasar de un aprendizaje pasivo a uno activo, aumentando los contenidos sobre programación CNC con el uso de recursos digitales.

El uso de simuladores de CNC para operaciones de torneado y de fresado ofrece múltiples beneficios:

1. *Es una práctica segura*, ya que los estudiantes pueden experimentar con diferentes configuraciones y estrategias de mecanizado sin riesgo de dañar equipos y/o herramientas.
2. Los estudiantes obtienen un *feedback inmediato* sobre la calidad de las operaciones de mecanizado, permitiéndoles ajustar y mejorar sus técnicas en tiempo real.
3. Permite la *exploración de distintos escenarios*, diferentes tipos de piezas y geometrías, similares a las situaciones reales de un taller de mecanizado.
4. Es un *aprendizaje activo*, ya que los estudiantes interactúan directamente con el proceso de mecanizado.

En resumen, los simuladores CNC son una herramienta invaluable para complementar la educación en programación de operaciones de mecanizado, proporcionando un entorno seguro, accesible y efectivo para que los estudiantes practiquen y mejoren sus habilidades (Hoang, 2023).

Por lo tanto, se reorientan las prácticas aumentando el número de horas y adquiriendo más licencias y una versión actualizada del simulador. Así, los estudiantes tienen una experiencia de aprendizaje más innovadora y efectiva, y se vuelven más activos en su aprendizaje al tener la oportunidad de trabajar de manera independiente con el simulador.

FASE 3: IMPLEMENTACIÓN GRADUAL

La implementación de las propuestas se ha realizado de manera gradual en los siguientes cursos hasta conseguir una integración de las prácticas en simulador con las de máquinas reales (Fig.2). Esto ha permitido mantener una coordinación vertical entre los profesores de diferentes cursos para discutir los contenidos y metodologías de enseñanza, compartiendo buenas prácticas y asegurando la coherencia curricular.

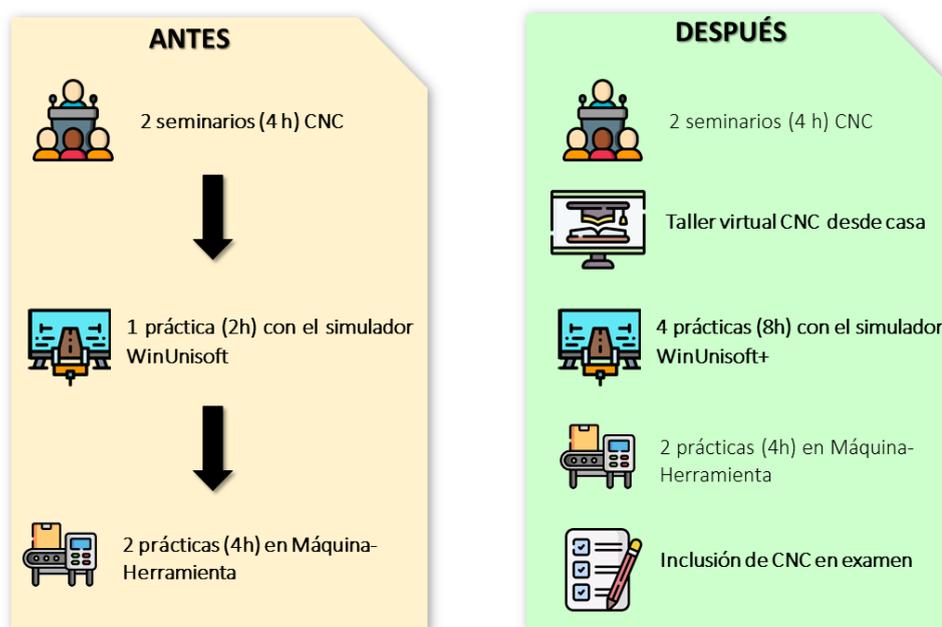
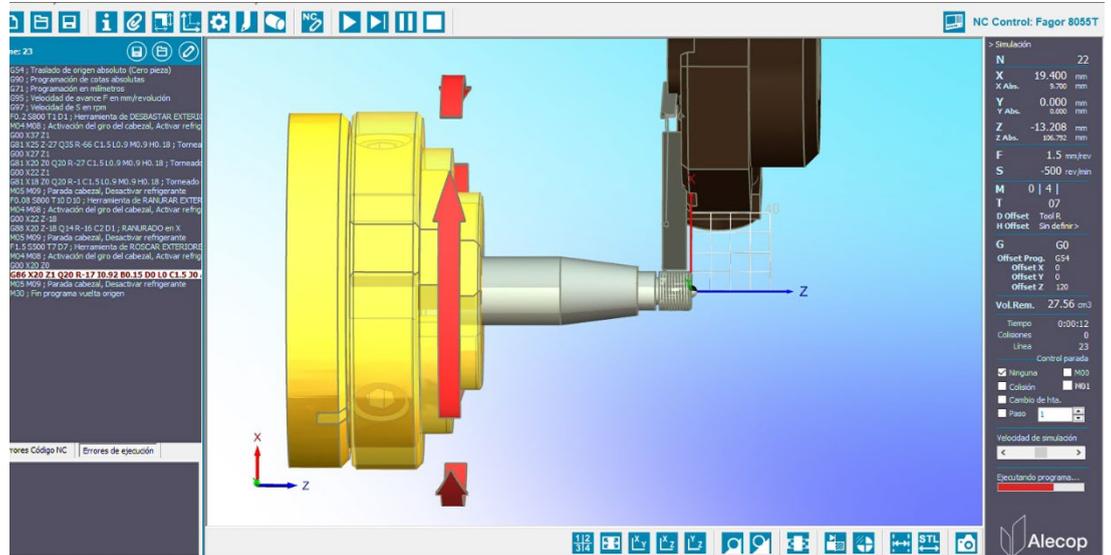


Fig. 2. Resultado de la metodología propuesta actualmente

Como se observa, se han incluido dos nuevas prácticas con WinUnisoft+, pensadas para que el estudiante pueda avanzar en la dificultad de las operaciones y tomar decisiones él solo. La práctica en máquina complementa los conocimientos de programación con la aplicación real (definición de cero-pieza, cambio de herramientas, desplazamientos de herramienta según ejes, utilización de refrigerante, ...). La Fig.3, muestra la integración entre la práctica virtual y la real.



a)



b)



c)

Fig. 3. a) Simulador de operaciones de torneado según programación. b) Colocación de barra en máquina para torneado. c) Pieza torneada final.

Además:

- Dado que el simulador WinUnisoft+ trabaja con licencia, y solo se dispone de 25, se ha diseñado y desarrollado un taller virtual para CNC, con ejercicios de diferente dificultad, que el estudiante tiene disponible para repasar los conceptos teóricos de manera amena y entretenida (Domínguez Rodríguez, 2020). Así, se potencia y facilita el trabajo del estudiante desde casa, previamente a las prácticas con el simulador. Este taller consta de actividades de autoevaluación y sigue el mismo formato que otros talleres virtuales desarrollados con éxito por el Área (Castro Sastre, 2021). Se puede observar en la Fig. 4 un ejercicio para explicar las Interpolaciones lineales de fresado en una pieza sencilla, y el

estudiante puede ejecutar videos cortos y sencillos que favorecen la comprensión.

- Por otro lado, se comenzó incluyendo algún ejercicio sencillo sobre programación CNC en el examen de esta parte de la asignatura, y se ha ido aumentando su presencia y dificultad hasta que actualmente se incluyen como apartado de un problema de mayor complejidad, cuya resolución depende del conocimiento en programación CNC.

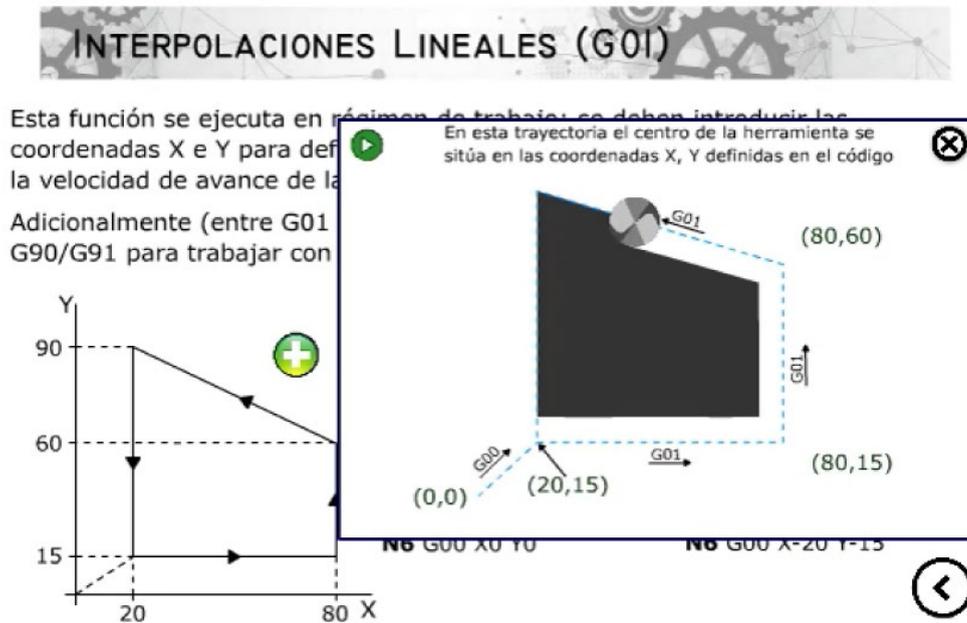


Fig. 4. Taller virtual creado para la asignatura de Tecnología Mecánica

RESULTADOS

Se evalúa el impacto de las mejoras implementadas mediante el análisis de datos recopilados a partir de los exámenes realizados y por observación activa entre los alumnos repetidores, obteniendo un feedback muy positivo en ambos casos. Además, se realizan reuniones periódicas entre los profesores responsables afectados para identificar áreas de mejora y ajustar la metodología según sea necesario.

Tabla 1. Resultados obtenidos en la evaluación de la asignatura, durante la implantación de la nueva metodología.

Curso	Peso de la parte de programación CNC en el total del examen (Bloque de Mecanizado)	% de estudiantes que han superado esta parte
19-20	5% (primer año de cambio)	1,1%
20-21	10% (ya con nuevas licencias 3 prácticas con simulador)	15,7%
21-22	15% (3 prácticas con simulador)	34,5%
22-23	20% (4 prácticas con simulador)	53,2%
23-	35% (integración con las prácticas en Máquina)	87,9%

Según los datos extraídos de los exámenes realizados en los últimos 5 años (Tabla 1), se ha ido aumentando el peso de esta parte en la evaluación de la asignatura, y el porcentaje de estudiantes que han obtenido mejores resultados también lo ha hecho, lo que indica una mejora de los conocimientos y competencias adquiridos en programación CNC, que era el objetivo de la implantación de esta metodología.

CONCLUSIONES

Esta metodología busca aprovechar las ventajas de la digitalización en el aula y la clase invertida, junto con la coordinación vertical, para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, promoviendo la autonomía, la colaboración y el aprendizaje activo tanto dentro como fuera del aula.

La metodología implantada ha resultado positiva. Al aumentar las horas y el formato de las prácticas, los estudiantes tienen libertad para hacer cambios en estrategias, velocidades de giro, avance y profundidades de pasada, que les permiten no solo mejorar en programación, sino también, entender mejor las operaciones de mecanizado.

A pesar de ello, y después de lo aprendido, para próximos cursos se plantea realizar un cambio en el orden de las prácticas, comenzando primero por la práctica en la máquina herramienta, y a continuación con el simulador. Se ha observado que al estudiante le cuesta entender determinados aspectos clave a la hora de comenzar con la programación CNC, tales como la definición de ceros máquina y ceros pieza y los decalajes correspondientes, por lo que se cree que, al ver primero al proceso de mecanizado en máquina, el estudiante adquirirá un entendimiento más profundo de los desafíos y consideraciones prácticas involucradas en el mecanizado de piezas reales que les permitan reflexionar sobre su experiencia práctica y relacionarla con los conceptos teóricos aprendidos previamente en los seminarios, así como identificar áreas de mejora y experimentar con diferentes enfoques y estrategias de mecanizado.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado en el marco del Grupo de Innovación Docente (GID): Ingeniería de los Procesos de Fabricación (IPF) de la ULE y ha sido financiado por la Escuela de Formación Docente de la ULE.

REFERENCIAS

Castro Sastre, M.A., Giganto Fernández, S. Rodríguez González, P., Martínez-Pellitero, S., y González Alonso, M.I. (2021). Creación e implementación de Entornos Virtuales para mejorar los procesos enseñanza-aprendizaje en las Prácticas de Laboratorio. *Modelling in Science Education and Learning (MSEL)*, 16 (1), 43-54. <https://doi.org/10.4995/mse.2023.18967>

Domínguez Rodríguez, F.J. y Palomares Ruiz, A. (2020). El "aula invertida" como metodología activa para fomentar la centralidad en el estudiante como protagonista de su aprendizaje. *Contextos educativos*, 26, 261-275. <https://doi.org/10.18172/con.4727>

Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *PNAS*, 111 (23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

Hoang, S., Tran, C.C., Pham, V.T., Nguyen, V.T., Tran, V.T., y Nguyen, T.T. (2024). Evaluating the learning performances for CNC machine practice in mechanical engineering degree courses based on students' mental workload. *International Journal of Mechanical Engineering Education*. 52 (2), 205-220, <https://doi.org/10.1177/03064190231185326>

EMID O30 Evaluación continua como vía para reducir el absentismo y fomentar el estudio diario en “Ingeniería de Fabricación”

Pablo E. Romero^a, Esther Molero^a, Carlos Ruiz^a, Óscar Rodríguez-Alabanda^a, Guillermo Guerrero-Vacas^a

^aDepartamento de Mecánica, Escuela Politécnica Superior de Córdoba, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Ctra. Madrid-Cádiz, km 396, Edif. Leonardo da Vinci, 14014 - Córdoba (p62rocap@uco.es)

Abstract

One of the main problems in university education today is absenteeism. To combat this problem, while encouraging students' daily work, the authors have implemented in the subject "Manufacturing Engineering" an innovative methodology: at the beginning of each class, students must answer between 5 and 10 questions related to the topic explained in the previous class. This paper explains this methodology in detail and presents results related to attendance in the academic years 2021/2022 and 2022/2023. In addition, the results obtained in these daily tests and the final grade obtained by the students are correlated.

Keywords: absenteeism, engagement, continuous evaluation, Manufacturing Engineering.

Resumen

Uno de los principales problemas hoy en la enseñanza universitaria es el absentismo. Para combatir este problema, a la vez que se fomenta el trabajo diario de los estudiantes, los autores han puesto en marcha en la asignatura “Ingeniería de Fabricación” una metodología innovadora: al principio de cada clase, los estudiantes tienen que responder entre 5 y 10 preguntas relativas al tema explicado en la clase anterior. En el presente trabajo se explica detalladamente esta metodología y se presentan resultados relativos a la asistencia en los cursos 2021/2022 y 2022/2023. Además, se correlaciona los resultados obtenidos en estas pruebas diarias y la calificación final obtenida por los estudiantes.

Palabras clave: absentismo, engagement, evaluación continua, Ingeniería de Fabricación.

INTRODUCCIÓN

La asignatura de “Ingeniería de Fabricación” es un *cisne negro* en los Grados en Ingeniería Industrial (Mecánica/Electricidad/Electrónica) que se imparten en la Escuela Politécnica Superior de Córdoba (EPSC). Los estudiantes están acostumbrados a que la evaluación se realice en base a la resolución de problemas; sin embargo, esta asignatura es eminentemente teórica. En ella se describen las distintas familias de fabricación (conformado por moldeo, conformado por deformación plástica y conformado por arranque de viruta) y se introduce al estudiante en la metrología dimensional.

En estas asignaturas de naturaleza descriptiva, una de las principales amenazas es el absentismo (Gómez-Martín y Gómez-Martín, 2017). Tras la pandemia, algunos estudiantes se han acostumbrado a la modalidad de enseñanza a distancia y son reticentes a la enseñanza presencial. Por otra parte, algunos estudiantes entienden que pueden estudiar de manera autónoma la asignatura, y prefieren asistir a otras clases de cursos anteriores o posteriores. De este modo, los estudiantes se conforman con una versión *raquítica* de una asignatura que suele ser fundamental para los egresados que ejerzan su profesión en un ambiente fabril.

Para incentivar la asistencia a clase y aumentar el *engagement* de los estudiantes, los profesores del Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación utilizan distintas metodologías

de innovación educativa. Una de ellas consiste en el uso de material multimedia extraído de documentales para ilustrar los procesos, y ver cómo estos se secuencian en una fábrica real. Además, estos cortes documentales permiten a los alumnos asociar productos conocidos (alicates, papel aluminio, ...) a procesos de fabricación convencionales. Esta metodología fue presentada en el CUIETT'30 (Romero et al., 2023).

En el presente trabajo se presenta una segunda metodología, usada en clase durante los últimos cursos, que sirve para: (i) incentivar al alumno a asistir a las clases; (ii) motivar al alumnado a que lleve la asignatura al día; (iii) evaluar si el alumnado está adquiriendo día a día, semana tras semana, los resultados de aprendizaje previstos; (iv) evitar el abandono de la asignatura; (v) entrenar la prueba final.

En la siguiente sección se describirá con mayor detalle la metodología docente propuesta. A continuación, se expondrá información relativa a la evolución de la asistencia a las clases en los dos últimos cursos, entre otros resultados. Finalmente se presentarán las principales conclusiones del trabajo.

METODOLOGÍA

En esta sección se explicará con mayor detalle la metodología implementada en la asignatura “Ingeniería de Fabricación” durante los cursos 2021/2022 y 2022/2023. Diariamente, el profesor prepara una prueba tipo test en MOODLE, con entre 5 y 10 preguntas relativas al tema impartido en la clase anterior. Para acceder a esta prueba, se necesita usar una palabra clave. Cuando el profesor llega a clase, facilita la clave a los alumnos y les indica que pueden hacer la prueba. El profesor, mientras tanto, conecta el ordenador y pone en marcha el cañón. De este modo, la prueba no consume minutos de la clase. Las calificaciones obtenidas en el conjunto de estas pruebas suponen un 10 % de la nota final.

Cuando se termina un bloque de contenido, se hace una prueba similar que, en este caso, contiene preguntas relativas a todos los temas del bloque. La fecha de esta prueba se acuerda con los alumnos y se suele anunciar mediante un aviso de MOODLE. El peso de cada una de estas pruebas en la nota final es de un 4%. En la Tabla 1 se presenta el peso que tiene cada bloque de la asignatura en la calificación final.

MOODLE corrige automáticamente las pruebas y te proporciona información inmediata relativa a la prueba. El profesor pasa las calificaciones a una hoja de cálculo, donde va actualizando los resultados obtenidos por cada alumno. Esta tabla se publica periódicamente, para que los estudiantes vean, de un vistazo, sus resultados y los de los compañeros. De este modo, se intenta promover que los estudiantes se animen unos a otros a mejorar sus calificaciones.

Tabla 1. Porcentaje de la calificación final asignada a cada bloque en la fase de evaluación continua.

Bloque	Tema	Porcentaje
Introducción	1	0
Metrología	2, 3, 4	7 (3+4)
Conformado por Moldeo	5, 6, 7, 8	8 (4+4)
Conformado por	9, 10, 11	7 (3+4)
Conformado por Mecanizado	12, 13,	7 (3+4)
Prueba final (teoría)	1 al 14	24

RESULTADOS

El número de alumnos que realiza las pruebas diarias al final de cada tema se muestran en la Figura 1 a Figura 3. Como se puede observar, el número medio de alumnos que asistió a clase durante el curso 2021/2022 estuvo entre 30 y 35 alumnos (Figura 1). En el curso 2022/2023, el número medio de alumnos que asistió a clase diariamente fue ligeramente inferior (Figura 2). Sin

embargo, en el curso 2023/2024 la asistencia diaria ha subido, colocándose entre los 45 y 50 alumnos (Figura 3). A partir de estas gráficas, se podría afirmar que el absentismo está asociado, de manera intrínseca, a la promoción estudiada.

Además de evitar o reducir el absentismo, la metodología propuesta permite realizar una evaluación continua. En la Figura 4 se muestra la relación entre las calificaciones medias obtenidas en las pruebas diarias y la calificación obtenida en la prueba final, para la promoción de 2022/2023. Como se puede observar, la mayoría de las instancias se agrupan en torno a la bisectriz. Esto indica que ha cierta correlación entre los resultados de las pruebas diarias y los de la prueba final. Por otra parte, en la parte izquierda de la gráfica se aprecia como varios estudiantes, que no asisten a clase normalmente, obtienen una calificación inferior a 4 puntos en la prueba final.

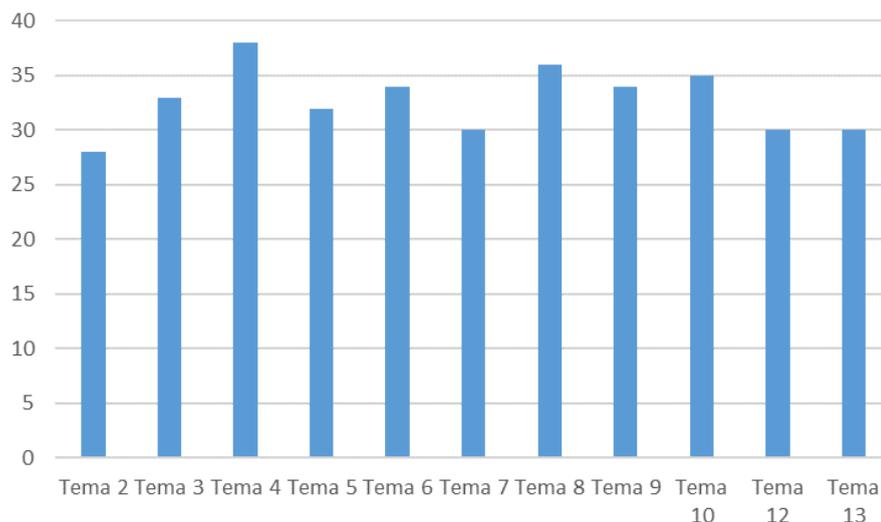


Fig. 8. Evolución de la asistencia durante el curso 2021/2022

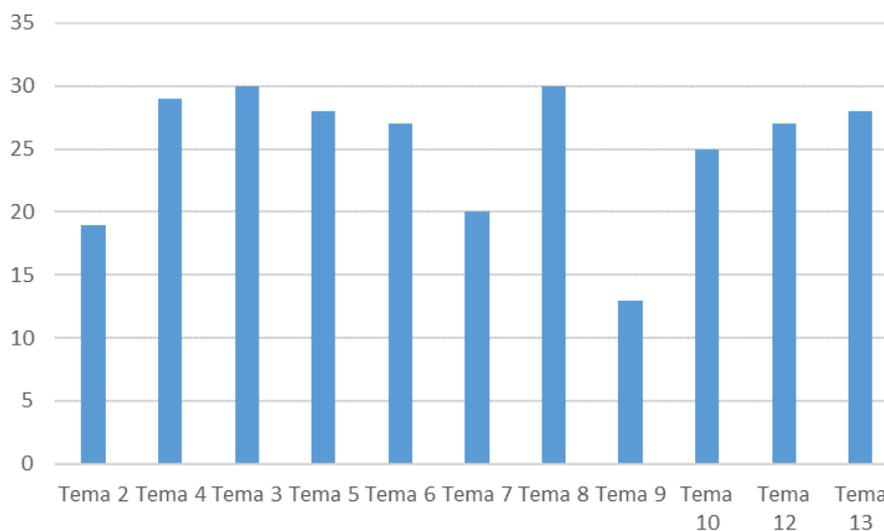


Fig. 9. Evolución de la asistencia durante el curso 2022/2023

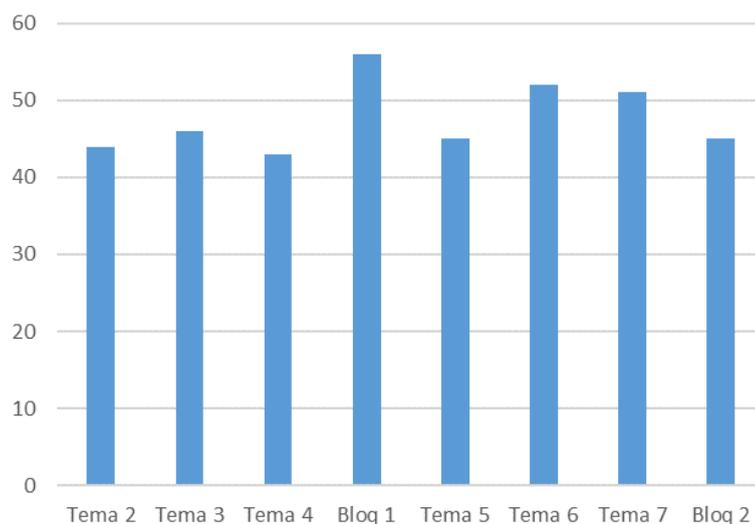


Fig. 10. Evolución de la asistencia durante el curso 2023/2024 (a fecha de 15 de mayo de 2024)

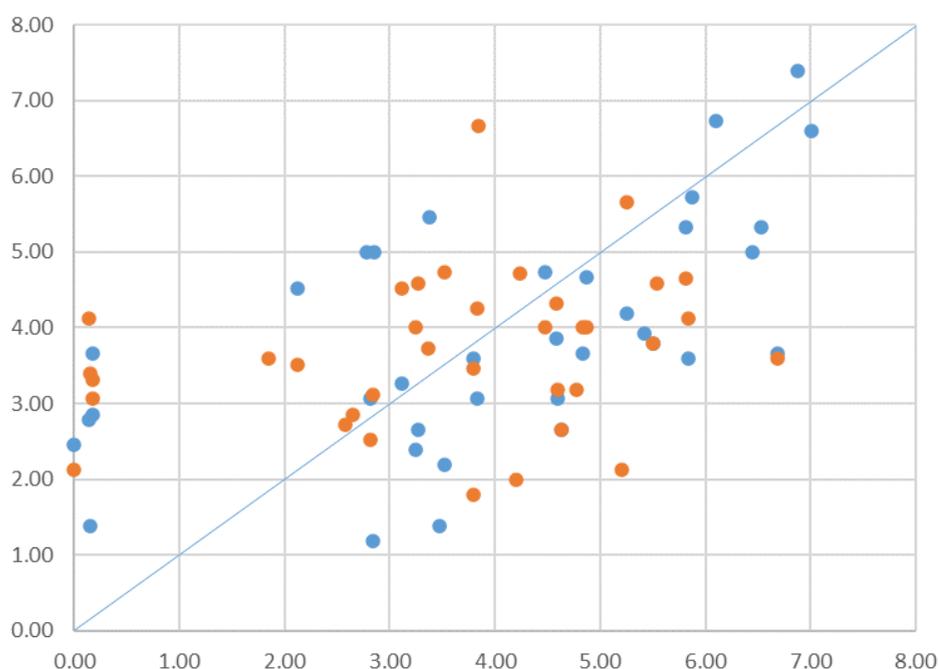


Fig. 11. Correlación entre la calificación media obtenida en la evaluación continua (eje X) y la calificación obtenida en la prueba final (eje Y) en el curso 2022/2023 (azul = junio, naranja = julio)

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se describe una metodología implementada recientemente en la asignatura “Ingeniería de Fabricación” que está orientada a la reducción del absentismo y a promover el trabajo diario de los estudiantes. La metodología consiste en realizar, al principio de cada clase, una pequeña prueba para evaluar los resultados de aprendizaje alcanzados durante la clase anterior. De este modo, se pretende motivar al estudiante a asistir a clase, a estudiar diariamente y a entrenar de cara a la prueba final.

Los resultados obtenidos durante los tres primeros cursos de implantación permiten afirmar que la metodología propuesta consigue atraer a los estudiantes a clase. Esto es un gran paso en asignaturas como “Ingeniería de Fabricación”, eminentemente teóricas. Una vez en clase, el profesorado explica los distintos procesos de fabricación, haciendo uso de todo tipo de recursos materiales y multimedia.

La metodología seguida permite, a su vez, realizar una evaluación continua de los resultados de aprendizaje alcanzados por los estudiantes en la clase anterior. Como se ha podido comprobar, existe una cierta correlación entre las calificaciones parciales obtenidas por los estudiantes y las calificaciones obtenidas en la prueba final. Esto demuestra que las pruebas diarias sirven para: (i) motivar al alumnado a estudiar diaria/semanalmente; (ii) entrenar de cara a la prueba final; (iii) aumentar el *engagement* del alumnado por la asignatura y evitar el abandono. Además, se ha comprobado como los estudiantes que no vienen a clase y optan por una evaluación global obtienen peores resultados que los que optan por una evaluación continua. Estos resultados coinciden con los publicados por Alonso-Nuez y Gil-Lacruz (2018).

La metodología propuesta permite al alumnado conocer de manera inmediata su calificación. Este *feedback* inmediato es fundamental (Gibbs y Simpson, 2009). Tras las pruebas, los estudiantes se preguntan unos a otros qué calificación han obtenido. Algunas caras transmiten alegría y satisfacción del deber cumplido; otras indican desasosiego y necesidad de estudiar más para la próxima prueba.

Finalmente, hay que indicar que la metodología propuesta presenta una ventaja adicional. El estudiante aborda gradualmente la asignatura, evitando grandes atracones. Además, los autores entienden que el estudiante repasa la misma materia hasta tres veces: para la prueba diaria, para la prueba de bloque y para la prueba final. Esta redundancia favorece que los conceptos aprendidos lleguen a una capa más interna del cerebro.

REFERENCIAS

Alonso-Nuez, M.J., Gil-Lacruz, A.I. (2018) Evaluación continua vs Evaluación global: elección y resultados. La difusión de la innovación docente: retos y reflexiones. Universidad de Zaragoza. Vicerrectorado de Política Académica. Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad (coord.). Zaragoza.

Gibbs, G., Simpson, C. (2009) Condiciones para una evaluación continuada favorecedora del aprendizaje. Cuadernos de docencia universitaria. Ediciones Octaedro, Universidad de Barcelona, Instituto de Ciencias de la Educación.

Gómez-Martín, M.A., Gómez-Martín, P.P. (2017) Engánchalos antes de que escapen. Estrategias para luchar contra el absentismo. Actas de las Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, vol. 2, 15-22.

Romero, P.E., Molero, E., Rodríguez-Alabanda, O., Guerrero-Vacas, G. (2023) Uso de documentales como recurso docente en la asignatura "Ingeniería de Fabricación". CUIETT'30 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Cartagena, 19-21 julio.

EMID O31 Relación entre los resultados de aprendizaje alcanzados por los egresados durante el TFG/TFM y su actividad profesional actual

Pablo E. Romero^a, Guillermo Guerrero-Vacas^a, Esther Molero^a, Carlos Ruiz^a, Óscar Rodríguez-Alabanda^a

^aDepartamento de Mecánica, Escuela Politécnica Superior de Córdoba, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, Ctra. Madrid-Cádiz, km 396, Edif. Leonardo da Vinci, 14014 - Córdoba (p62rocap@uco.es)

Abstract

The authors analyse the relationship between the learning outcomes achieved by the graduates during the development of their TFG/TFM and their current professional activity. For this purpose, the authors have passed a survey to those graduates who carried out their TFG/TFM during the period 2013-2023 whose topic was related to the Manufacturing Processes Engineering Area. Three out of four respondents consider that the learning outcomes achieved during the TFG/TFM have been useful to them during their professional career. 84.6 % of the graduates affirm that they would do again a TFG/TFM focused on these topics and two out of four graduates affirm that their current professional activity has some relation with the topic they chose for their TFG/TFM.

Keywords: Bachelor's thesis, master's thesis, learning outcomes, employability.

Resumen

Los autores analizan la relación entre los resultados de aprendizaje alcanzados por los egresados durante el desarrollo de su TFG/TFM y su actividad profesional actual. Para ello, los autores han pasado una encuesta anónima a aquellos egresados que realizaron su TFG/TFM durante el periodo 2013-2023 en un tópico propio del Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación. Tres de cada cuatro encuestados consideran que los resultados de aprendizaje alcanzados durante la realización de su TFG/TFM les han sido útiles durante su trayectoria profesional. El 84.6 % de los egresados afirma que volvería a realizar un TFG/TFM centrado en estos tópicos y dos de cada cuatro egresados afirman que su actividad profesional actual tiene cierta relación con el tema que eligieron para su TFG/TFM.

Palabras clave: Trabajo fin de grado, trabajo fin de máster, resultados de aprendizaje, empleabilidad.

INTRODUCCIÓN

El trabajo final de grado (TFG) y final de máster (TFM) es el culmen del proceso de enseñanza-aprendizaje en una titulación universitaria (Rekalde, 2011): estos trabajos sirven para evaluar si el estudiante ha adquirido las habilidades/conocimientos/competencias mínimas para poder desempeñar con éxito su actividad profesional.

Los sistemas de garantía de calidad prevén realizar una encuesta a los egresados cierto tiempo después de titular. Esta encuesta contiene una serie de preguntas relativas a la titulación en general, así como preguntas del tipo “cuanto tiempo tardó en encontrar trabajo” o “el puesto de trabajo ocupado tiene que ver con la titulación estudiada”.

En la Escuela Politécnica Superior de Córdoba (EPSC), el Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación oferta anualmente a los estudiantes de último curso cierto número de temas para puedan realizar su TFG o TFM. Estos temas tienen que ver con mejora de procesos tradicionales (mecanizado, trefilado, corte, ingeniería de superficies), con el estudio de nuevos procesos de

fabricación (deformación incremental, fabricación aditiva, funcionalización de superficies), con el desarrollo de nuevos materiales, con técnicas de mejora de procesos (manufactura esbelta, mantenimiento asistido por computador), con logística interna (optimización de almacenes), entre otros. Algunos de estos temas los proponen directamente los profesores del área; otros son propuestos por empresas de la zona, donde los alumnos trabajan o tienen la posibilidad de realizar prácticas. En general, los temas tienen que ver con las distintas asignaturas que imparte el Área en los distintos grados o másteres ofertados por la EPSC: Grado en Ingeniería Mecánica, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial, Grado en Ingeniería Eléctrica y Máster en Ingeniería Industrial.

El profesorado del Área entiende que estos temas son de interés para los estudiantes y que los resultados de aprendizaje alcanzados en el TFG/TFM pueden serles de utilidad a lo largo de su trayectoria profesional. Sin embargo, no existen evidencias de que esto es así. Por ello, en el presente trabajo se pretende evaluar el impacto que tiene los conocimientos/habilidades/competencias adquiridos durante el desarrollo del TFG/TFM en la trayectoria profesional de los egresados que han realizado sus trabajos en el Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación. Además, se analiza la actual posición laboral del egresado y su relación con el tema elegido en su TFG/TFM.

METODOLOGÍA

En el presente estudio se han incluido los TFG/TFM realizados entre los años 2013 y 2023 (10 cursos) y dirigidos por profesorado adscrito al Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación. En el estudio han participado un total de 52 egresados, que han respondido a una encuesta anónima elaborada en Google Forms. Mediante la encuesta, formada por 7 preguntas, se pretende conocer si los resultados de aprendizaje alcanzados durante el TFG/TFM han sido útiles al egresado durante su trayectoria profesional. Las preguntas que forman parte de la encuesta son las siguientes:

Los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del TFG/TFM me han sido útiles en mi trayectoria profesional.

La metodología de trabajo aprendida y la capacidad para resolver problemas desarrollada durante el TFG/TFM me ha sido útil durante mi trayectoria profesional.

Las habilidades y conocimientos adquiridos durante el desarrollo del TFG/TFM en relación con procesos, maquinaria, equipos y programas informáticos me han sido útiles en mi trayectoria profesional.

Las competencias adquiridas durante el desarrollo del TFG/TFM en relación con la redacción de documentos técnicos y búsqueda bibliográfica me han sido útiles en mi trayectoria profesional.

La capacidad obtenida durante el TFG/TFM para realizar un trabajo de manera autónoma y exponer en público los resultados obtenidos me ha sido útil durante mi trayectoria profesional.

Si tuviera que realizar de nuevo el TFG/TFM, lo volvería a hacer con profesorado del Área de Ingeniería en Procesos de Fabricación.

La actividad profesional que realizo actualmente tiene una gran relación con el tema que elegí para el TFG/TFM.

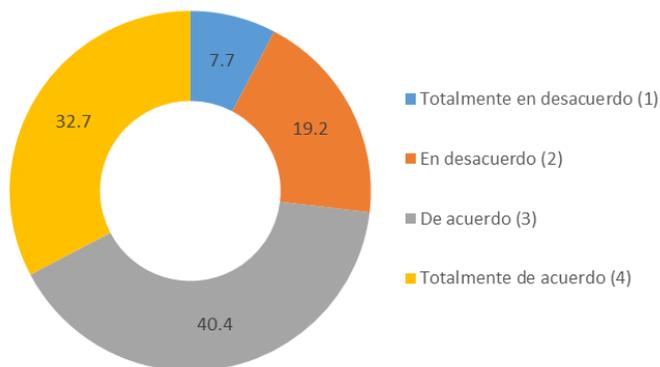
Los autores del trabajo han utilizado una vía alternativa para completar la información obtenida vía encuestas: LinkedIn. Usando la información pública extraída de esta red social, los autores han recopilado datos adicionales como nombre y actividad de la empresa y posición que los egresados ocupan en la misma.

RESULTADOS

Los resultados de las encuestas se muestran en la Figura 1. Como se puede apreciar en las gráficas, los egresados han valorado mayoritariamente las afirmaciones redactadas por los

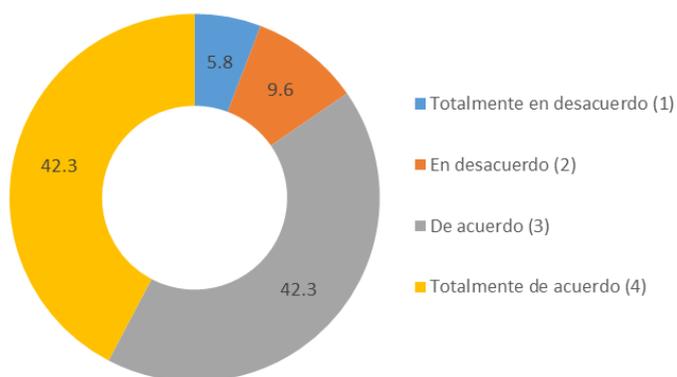
autores con un “de acuerdo” o un “totalmente de acuerdo”. En las afirmaciones (1) – (6), la suma de ambas respuestas es siempre mayor al 73 %, llegando a superar el 88 % en algunos casos. En la afirmación (7), el 46 % de los egresados afirma que su trabajo actual tiene una cierta relación con la labor que realizó durante su TFG/TFM.

CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS



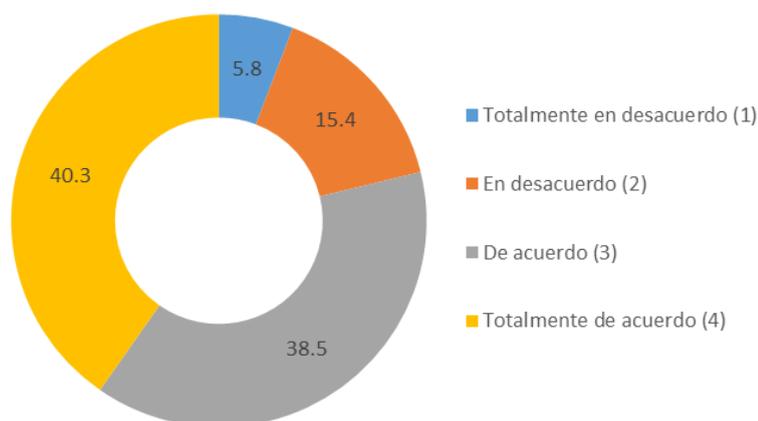
(1) Los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del TFG/TFM me han sido útiles en mi trayectoria profesional

METODOLOGÍA DE TRABAJO / RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS



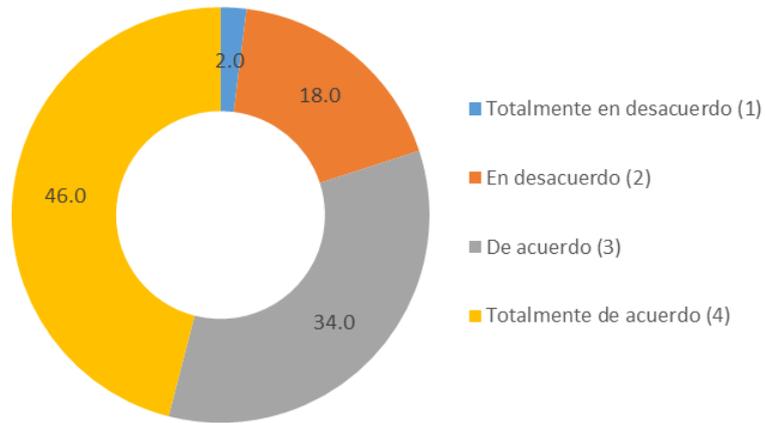
(2) La metodología de trabajo aprendida y la capacidad para resolver problemas desarrollada durante el TFG/TFM me ha sido útil durante mi trayectoria profesional

PROCESOS/MAQUINARIA/EQUIPOSMANEJO DE SOFTWARE



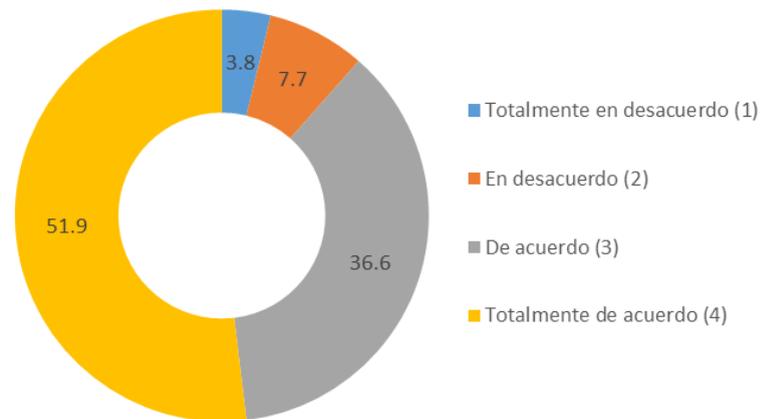
(3) Las habilidades y conocimientos adquiridos durante el desarrollo del TFG/TFM en relación con procesos, maquinaria, equipos y programas informáticos me han sido útiles en mi trayectoria profesional

REDACCIÓN DE DOCUMENTOS / BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN



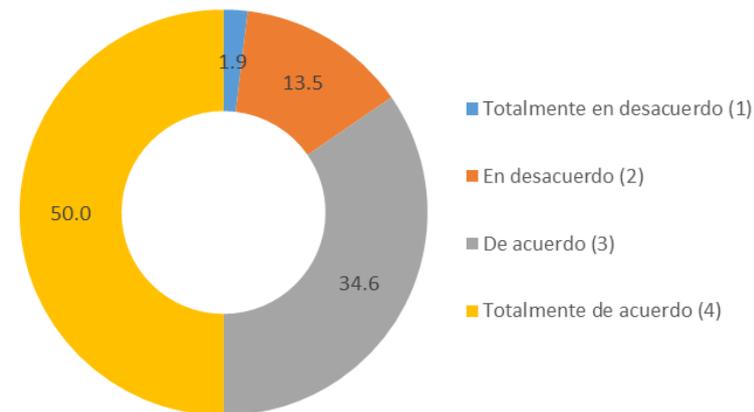
(4) Las competencias adquiridas durante el desarrollo del TFG/TFM en relación con la redacción de documentos técnicos y búsqueda bibliográfica me han sido útiles en mi trayectoria profesional

TRABAJO AUTÓNOMO / EXPOSICIÓN EN PÚBLICO



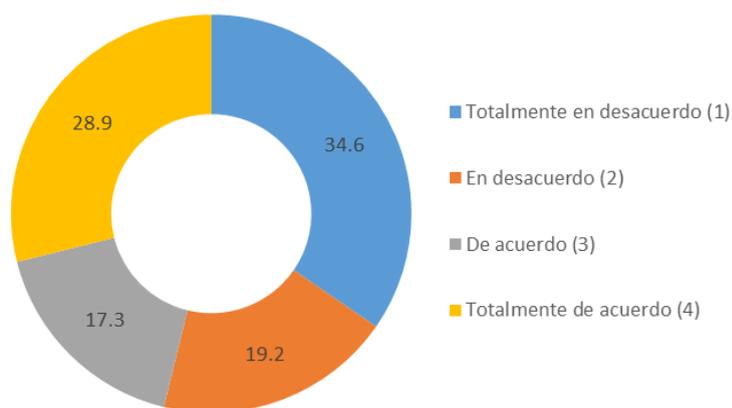
(5) La capacidad obtenida durante el TFG/TFM para realizar un trabajo de manera autónoma y exponer en público los resultados obtenidos me ha sido útil durante mi trayectoria profesional

VOLVERÍA ELEGIR TEMA SOBRE INGENIERÍA DE FABRICACIÓN



(6) Si tuviera que realizar de nuevo el TFG/TFM, lo volvería a hacer en temas relativos al Área de Ingeniería en Procesos de Fabricación

SU TRABAJO ACTUAL
TIENE QUE VER CON SU TEMA
DE TFG/TFM



(7) La actividad profesional que realizo actualmente tiene cierta relación con el tema que elegí para el TFG/TFM

Fig. 12. Resumen de los resultados obtenidos en la encuesta realizada a los egresados que han realizado su TFG/TFM en el Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación

A partir de la información extraída de LinkedIn se ha elaborado la gráfica que se muestra en la Figura 2. En dicha gráfica se muestran los departamentos en los que actualmente trabajan los egresados que han realizado su TFG/TFM en el Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación entre los años 2013 y 2023. Como se puede observar, tres de cada cuatro egresados trabajan en alguno de los siguientes departamentos: fabricación (20%), diseño (14%), mantenimiento (14%), automatización (12%), gestión de proyectos (10%) y mejora de procesos (8%).

Los autores consideran que los resultados obtenidos son excelentes, aunque aún queda margen de mejora. Una de las principales causas de este éxito es seguramente la metodología de aprendizaje basada en proyectos (ABP), seguida habitualmente durante el desarrollo de los TFG/TFM. Según un reciente estudio, esta metodología, unida a una sólida formación básica, es clave para que los egresados de titulaciones técnicas mejoren sus competencias profesionales y aumenten su empleabilidad (Winberg et al., 2020).

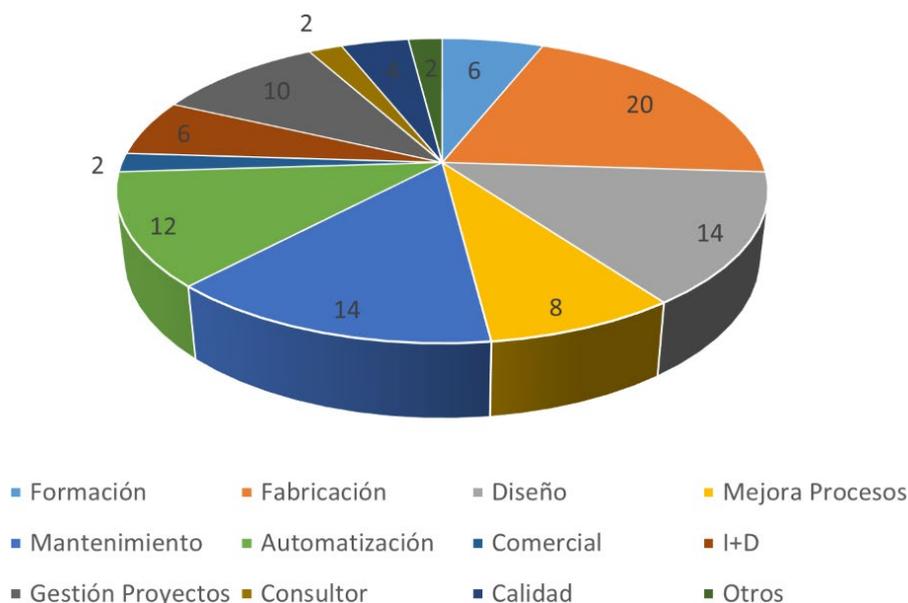


Fig. 13. Porcentaje de egresados encuestados que trabajan en distintos sectores industriales

CONCLUSIONES

Mediante este trabajo, los autores han pretendido evaluar si los resultados de aprendizaje adquiridos por los estudiantes durante su TFG/TFM han sido útiles para los egresados durante su

trayectoria profesional. Los autores, profesores del Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, han consultado a los egresados que realizaron su TFG/TFM en un tópico propio del Área durante el periodo 2013/2023.

A partir de los resultados obtenidos se puede afirmar que, como mínimo, tres de cada cuatro egresados encuestados consideran que los resultados de aprendizaje alcanzados durante la realización de su TFG/TFM en el Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación les han sido útiles durante su trayectoria profesional. Cinco de cada seis afirma que volvería a realizar un TFG/TFM centrado en tópicos propios de Ingeniería de los Procesos de Fabricación y casi dos de cada cuatro egresados afirman que su actividad profesional tiene cierta relación con el tema que eligieron para su TFG/TFM. Según la información extraída de LinkedIn, siete de cada diez egresados incluidos en el estudio realizan funciones relativas a tópicos asociados al Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación (fabricación, diseño, mantenimiento, automatización y mejora de procesos).

REFERENCIAS

Rekalde, I. (2011). ¿Cómo afrontar el trabajo fin de grado? Un problema o una oportunidad para culminar con el desarrollo de las competencias. *Revista Complutense de Educación*, 22(2), 179-193.

Winberg, C., Bramhall, M., Greenfield, D., Johnson, P., Rowlett, P., Lewis, O., Waldock, J. & Wolff, K. (2020). Developing employability in engineering education: a systematic review of the literature. *European Journal of Engineering Education*, 45(2), 165-180.

EMID O32 Design of teaching resources to consolidate the foundations of the pre-university student's physic-mathematical intelligence

Jason Daza^a, Lluïsa Escoda^a, Jesús Planella^a, Marianna Soler^a and Joan Josep Suñol^a.

^aGrup d'Innovació Docent del Departament de Física, Escola Politècnica Superior, Universitat de Girona

Abstract

The study focuses on detecting and minimizing the effects of curricular diversification in Physics subjects. Synchronous courses have been designed to detect conceptual weaknesses and encourage their prior preparation through free pre-university courses on the OpenUdG platform. The results have shown that 68.2% of basic Physics knowledge is not achieved synchronously. For this reason, the free courses have been designed to strengthen the shortcomings.

Keywords: Curricular diversification, OpenUdG, Pre-university training, Physics.

Resumen

El estudio se centra en detectar y minimizar los efectos de la diversificación curricular en las asignaturas de Física. Se han diseñado cursos síncronos para detectar los puntos débiles conceptuales y fomentar la preparación previa de éstos mediante cursos preuniversitarios gratuitos en la plataforma OpenUdG. Los resultados han demostrado que un 68,2% de los conocimientos de Física básicos no son adquiridos de forma síncrona. Por este motivo, los cursos gratuitos se han diseñado para fortalecer las carencias.

Palabras clave: Diversificación curricular, OpenUdG, Formación pre-universitaria, Física.

INTRODUCTION AND OBJECTIVES

Engineering is an increasingly successful profession worldwide and, consequently, more attractive for young people who are at the stage of deciding their profession. However, engineer must develop a series of skills throughout their training such as a good understanding of theoretical concepts and the ability to apply them in any context. Engineers must have a good understanding of knowledge related to Physics, Mathematics and Chemistry in addition to those related to modern technology. This knowledge of the fundamental subjects means that engineers can understand how the different systems work, how they interact and also allow them to find innovative solutions to complex problems related to their profession. In fact, there are studies that identify which factors are most important when choosing an engineering degree versus other degrees, and the student's mathematical performance during secondary school and interests in maths and sciences during high school are among the most prominent (Tan et al., 2021).

It is self-evident that having a knowledge of Physics and Mathematics achieved in the educational and training stages prior to university is essential to build up and structure the mind of the future engineers. Subsequent success in achieving engineering studies directly depends on achievement levels in Mathematics and Physics (Burkholf, 2023) (Tsui & Khan, 2023).

If the learning of Physics at high school or including ESO are analysed, students have serious deficiencies in understanding and using the mathematical concepts present in the statements of Physics problems. To this fact, the complexity of the mathematical language is added to a repetitive learning of Physics. In other words, the information is stored arbitrarily by some students using a simple rote learning of formulas without understanding the related theoretical concepts. It is clear that this combination makes the subject of Physics unattractive and difficult for a pre-university student. It is obvious, therefore, that they choose to study other

subjects that allow them to obtain, in a more straightforward way, the grade to enter the desired university even if it is at a university polytechnic school.

The result of the different strategies that some pre-university students choose to not train in Physics originates a great curricular diversification in the classrooms of the university system. Curricular diversification accepted by the Catalan University Education System and which should be inversely proportional to the overcrowding of first-year university classrooms.

The present work is focused on detecting the weakest points of physic-mathematical knowledge and providing resources to the pre-university student to avoid the possible future drop-out of the university system. To achieve this goal, synchronous courses have been designed to detect deficiencies (Daza, 2020) and free OpenUdG courses have been offered to all pre-university training centres. This OpenUdG course is specifically designed to provide the minimum knowledge necessary to understand the basic concepts of pre-university Physics and be able to apply them throughout their further training.

METHODOLOGY

As previously mentioned, different activities (courses) have been carried out by the Physics Department of the EPS (UdG) aimed at minimizing the effect of the curricular diversification of the first-year engineering students. Some activities are proposed to the students in an online format and in a synchronous mode while they are studying the core subjects of Physics throughout their first year (Daza, 2023). The participation rate for these courses is around 250 students enrolled annually and with a minimum completion follow-up of 80% of the proposed tasks. It is clear that the student reacts by training with the minimum necessary concepts of Physics, but with an additional effort throughout the first year. Sometimes this effort is not enough and leads to frustration that can be accompanied by the abandonment of university studies.

The proposed tasks in the synchronous courses make it possible to detect the main shortcomings of first-year students. A series of tasks related to basic concepts of Physics have been designed with a progressive increase in difficulty. Based on the results obtained, a report is generated with the range of achievement for each of the concepts worked on. This range of achievement is made in accordance with the guidelines given by the Department of Education of the Generalitat de Catalunya (Decree 175/2022). A statistical study is then carried out to find out the level of achievement of the analysed concepts. In accordance with the results obtained, two free courses are developed on the OpenUdG platform designed to work on the basic concepts of Physics for pre-university students asynchronously.

RESULTS

Based on the internal reports collected and analysed by the professors in charge, it has been possible to obtain a more concrete view of the learning difficulties of first-year university students. Mainly, the concepts with a more intense mathematical vocabulary domain such as relative motion, variation of mechanical energy and field theory.

Table 1 shows the activities grouped by concepts that encompass all the subjects that are taught throughout the educational stages prior to university. According to the results obtained during the 2022-23 academic year, with a sample size of 253 students, a degree of achievement is established in accordance with the guidelines given by the Department of Education of the Generalitat de Catalunya (Decree 175 /2022).

Table 1. Achievement degree for each of the concepts.

Concept	Excellent Achievement (AE)	Good Achievement (AN)	Sufficient Achievement (AS)	No Achievement (NA)
MRU		×		
MRUA				×
MCU			×	
MCUA		×		
General motion		×		
Parabolic throw			×	
Relative motion				×
Graphical representation motion		×		
Newton's 1 st Law		×		
Newton's 2 nd Law			×	
Circular motion kinetics			×	
Energy and work			×	
Conservation of energy				×
Variation of energy				×
Electric field and potential				×
Superposition principle				×
Equivalent resistance	×			
Ohm's Law	×			
Basic circuits				×
Magnetic field (particle)			×	
Magnetic field (conductor)			×	
Induction				×

As observable in Table 1, the activities associated with the concepts with the most mathematical complexity are the least achieved by the student. It is important to note that Table 1 is designed with the grades obtained from students with curricular diversification during the development of their first university year.

Fig. 1 is generated from the data in Table 1. This figure allows to visualize the volume of concepts according to their degree of achievement. 36.4% of the concepts are not achieved after the end of the academic year and 31.8% are achieved sufficiently. From the Department of Physics, it is considered that the achievement of all concepts should be at least a good achievement (AN) in order to successfully face the core subjects of Fundamentals of Physics. In the specific case of this study, 22.7% are achieved good and 9.1% are achieved with excellence.

According to Table 1 and Figure 1, it is detected that a large majority of students cannot synchronously acquire the necessary knowledge to be able to successfully study the Fundamentals of Physics subjects of the corresponding engineering degree. For this reason, prior training to university curricular studies is essential.

As previously mentioned, two free OpenUdG courses have been designed so that future engineering students can train autonomously and adapt to their specific educational needs. The good and/or excellent achievement of this course can give a certain guarantee of successfully passing the Fundamentals of Physics subjects.

Achievement Degrees

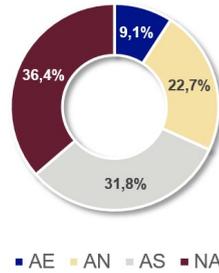


Fig 1. Percentage of concepts within each achievement degree.

The first of the courses is related to classical mechanics (kinematics, kinetics, energy and work), while the second is related to field theory (electrostatics, direct current, magnetism and induction). It should be noted that, even if they are two different courses, their format is the same. Each course is structured in didactic units in accordance with the High School Physics curriculum. Each teaching unit is designed in the form of knowledge pills. These pills really focus on all the important concepts of the subject by providing some calculus type problems solved step by step with their corresponding explanation.

To make the courses more affordable and structured, the knowledge pills follow a format of timed teaching sequences. Each sequence is made up of resources and different types of activities. The resources include the theoretical contents to develop that are designed to favor the diversification of learning depending on the specific characteristics of each student. That is, written learning or audiovisual learning (Fig. 2).

The different types of activities are classified as knowledge consolidation and structuring activities. The courses allow continuous feedback between the student and the course to promote self-learning. These proposed activities are designed to focus on the concepts that the reports taken from the synchronous courses have detected as not achieved. In addition, the level of difficulty was progressively increased in order to facilitate the students' learning and motivate them to continue by trying more challenging and complex activities to complement pre-university physico-mathematical intelligence.

Tema 2: Dinámica

APUNTS I EXEMPLES RESOLTS

- 2.1 Introducció als vectors
- 2.2 Forces de la natura
- 2.3 Lleis de Newton 1
- 2.4 Lleis de Newton 2
- 2.5 Lleis de Newton 3
- 2.6 Dinàmica del Moviment Circular

SESSIÓ 4

Continguts Teòrics

- Classe Física Bàsica Sessió 4: Continguts Teòrics
- Classe Física Bàsica Sessió 4: Continguts Teòrics

Activitats Proposades

- Sessió 4: Activitat proposada 1
- Sessió 4: Activitat proposada 2
- Sessió 4: Activitat proposada 3

Pregunta 1

Resposta incompleta o no comprovada.
Puntatge sobre 1,00
1/ Muestra la resposta
2/ Editar la resposta

La longitud final d'una molla elàstica quan s'aplica una força de 23 N és de 33 cm. Si se li aplica el doble de la força anterior, la longitud de la molla final és 3/2 del valor de la longitud final anterior. Calculeu:
a) La longitud natural de la molla (en m).
NOTA: Arrodoniu el resultat a tres xifres decimals.

Resposta:
Comprova

Fig. 2. Screenshot of one of the OpenUdG courses with the resources and different types of activities.

CONCLUSIONS

In the present work, the weakest points of physico-mathematical knowledge have been detected and resources have been provided to pre-university students to avoid the possible future drop-out of the university system. These weak points are associated with those physical concepts that present greater mathematical complexity. It has been shown that 68.2% of the pre-university Physics concepts are not adequately achieved (not achieved and/or sufficient achievement) when these are learned synchronously with the core subjects of Fundamentals of Physics in their first year of engineering. However, students who do achieve an adequate degree of understanding (excellent achievement and/or good achievement) in most concepts generally successfully pass the Fundamentals of Physics core subjects.

According to the results obtained from the synchronous courses, two OpenUdG Physics courses have been designed. These courses have been well received by the pre-university educational community, as shown by the annual registrations for the courses (74 registered during the 2023-24 academic year). 73% of these registrations correspond to students intending to study a degree in engineering and the rest correspond to teaching staff at high school and further education level.

REFERENCES

Burkholder, E.W. (2023) Quantitative Investigation of Preparatory Math Coursework as a Barrier for Degree Attainment in Engineering. *International Journal of Engineering Education*, 39 (5), 1286 – 1296.

Daza, J., Escoda, L., Planella, J., Soler, M. & Suñol, J.J. (2020) Peer mentoring: students support in higher education. *ICERI – International Conference of Education, Research and Innovation*, 7860-7865. <https://doi.org/10.21125/iceri.2020.1736>

Daza, J., Escoda, L., Soler, M., Planella, J. & Suñol, J.J. (2023) Mentoring and tutoring: propaedeutic physics. *INTED – International Association of Technology, education and Development IATED*, 7342-7346. <http://dx.doi.org/10.21125/inted.2023.2006>

Tan, L., Main, J.B. & Darolia, R. (2021) Using random forest analysis to identify student demographic and high school-level factors that predict college engineering major choice. *Journal of Engineering Education*, 110(3), 572 – 593. <https://doi.org/10.1002/jee.20393>

Tsui, T., Khan, R.N. (2023) Is mathematics a barrier for engineering? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(9), 1853-1873. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2256319>

EMID O33 Un caso práctico de ABP: “Encén Montilivi”

Miquel Rustullet Reñé, Bianca Innocenti Badano y Inès Ferrer Mallorqui

Universitat de Girona

miquel.rustullet@udg.edu, bianca.innocenti@udg.edu y ines.ferrer@udg.edu

Abstract

Below is a practical and real case of project-based learning. In the subject Electrical Installations II, students learn theory, equipment and practice with luminaires and lighting communication protocols before carrying out a project of the installations for the “Encén Montilivi” exhibition. In addition to carrying out the lighting and music project, the students help with the assembly on campus and during the days that “Encén Montilivi” takes place, the students act as guides, explain the exhibitions and solve any problems that may arise. All of this translates into active participation in learning, greater interest and better results in final grades.

Keywords: Project-based learning; inclusive education; significant learning; Teaching innovation.

Resumen

Un caso práctico y real de aprendizaje basado en proyectos se presenta a continuación. En la asignatura Instalaciones Eléctricas II los alumnos aprenden la teoría, los equipos y practican con las luminarias y los protocolos de comunicación de iluminación antes de realizar un proyecto de las instalaciones para la exposición “Encén Montilivi”. Además de realizar el proyecto de iluminación y música, los alumnos ayudan en el montaje en el campus y durante los días que se desarrolla “Encén Montilivi”, los alumnos hacen de guías, explican las exposiciones y resuelven los problemas que se puedan presentar. Todo esto se traduce en una participación activa en el aprendizaje, mayor interés y mejores resultados en las notas finales.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos; educación inclusiva; aprendizaje significativo; Innovación docente.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

“Encén Montilivi” (<https://www.udg.edu/ca/encenmontilivi>) son un conjunto de instalaciones de iluminación artísticas, que se realizan en el Campus de Montilivi de la Universitat de Girona a mediados de noviembre, de jueves a domingo. Al anochecer el Campus transforma su aspecto, cambia totalmente su uso normal para convertirse en un aparador de luces y música donde se mezclan estudiantes, familias y público en general para visitar el evento. En 2023, la segunda edición, visitaron las instalaciones 2.800 personas.

En esta edición contábamos con dieciséis instalaciones presentadas, en las que se podían distinguir diferentes tipos: Realizadas por los alumnos (10), cedidas por entidades, asociaciones o empresas y montadas por los alumnos (3) o montadas por profesionales externos en las cuales los alumnos realizaba tareas de soporte (3).

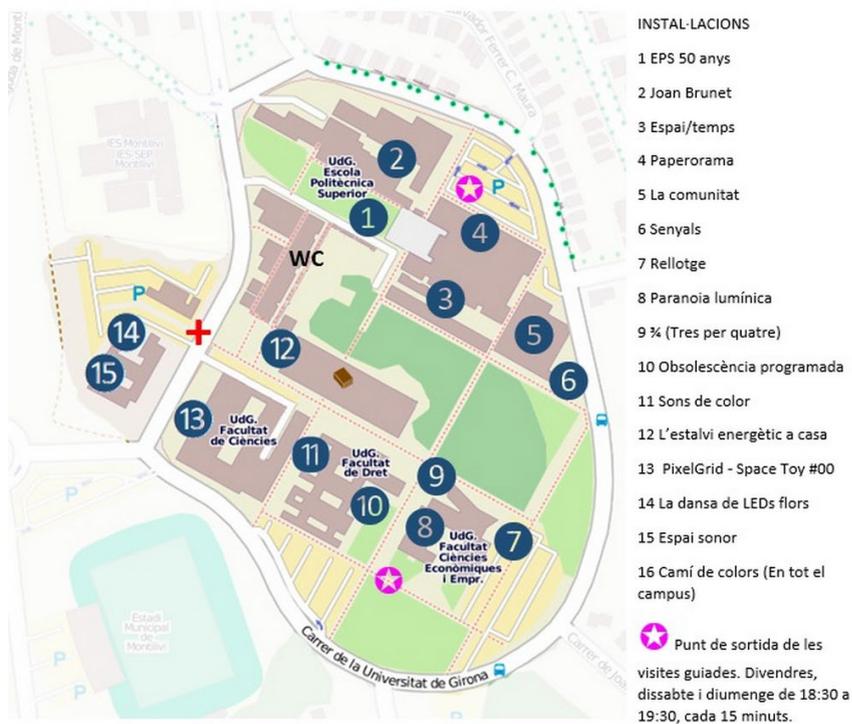


Fig. 1. Mapa de las instalaciones de 2023

Este caso práctico se realiza en la asignatura de Instalaciones eléctricas II (IE2) que dispone de cincuenta horas de clase y se encuentra en cuarto curso del Grado de Ingeniería eléctrica (GEE) y en el doble grado de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática (DT GEE-GEEIA).

La asignatura está dividida en dos partes: Instalaciones de iluminación e Instalaciones domóticas, cada una de estas partes se desarrolla durante seis semanas y por el orden indicado.

Dado que “Encén Montilivi” se desarrolla pasada la mitad del semestre, durante la segunda parte de la asignatura (Instalaciones domóticas) se abre un periodo de dos semanas para poderlo realizar. Como se muestra en la figura 2.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Iluminación	█	█	█	█	█	█									
Domòtica							█	█			█	█	█	█	
Encén Montilivi									█	█					

Fig. 2. Cronograma

El desarrollo de “Encén Montilivi” se realiza durante las horas de clase de la asignatura y fuera del horario del resto de clases.

El aprendizaje basado en proyectos se realiza sólo en una parte del temario de Instalaciones de iluminación.

Objetivos

Adquirir conocimientos de iluminación y proponer la solución adecuada para cada instalación.

Planificación del proyecto.

Solucionar averías o defectos.

Presentar, explicar y contestar preguntas a los visitantes.

METODOLOGIA

Parte del contenido de Instalaciones de iluminación, principalmente la teoría de la luz, se explica en asignaturas de física, lo que supone que el alumno ya tiene conocimientos previos del tema cuando empieza la asignatura. Esto también nos ayuda para dar un aprendizaje significativo y poder relacionar contenido.

En la primera sesión de clase se explican las instalaciones que se deben realizar para el proyecto. Los alumnos hacen una preselección de las instalaciones más afines, pero en este momento no pueden elegir las instalaciones que participará dado que necesitan conocer la teoría, los equipos y practicar con las luminarias y los protocolos de comunicación de iluminación. Todas estas tareas se realizan durante las seis semanas programadas de la asignatura. Las tres primeras semanas se explica la parte teórica y los problemas, a partir de la cuarta semana se realizan las prácticas. Cuando los alumnos tienen suficientes conocimientos, entre la semana 4 y 5, eligen las instalaciones en las cuales participarán.

En cada sesión semanal de clase, los primeros veinte minutos se va elaborando la cronología de trabajo de las instalaciones de las dos semanas de montaje y las necesidades de cada instalación: luminarias, sonido, cableado, ... También se informa a los alumnos de la idiosincrasia de cada Facultat del Campus y los pasos a seguir cuando tengan que hacer los montajes.

Las prácticas constan de dos partes: La primera parte es el enlace con la teoría y los problemas explicados en clase y la segunda parte es la aplicación de dichos conocimientos en las instalaciones que hayan escogido. Una vez superadas las prácticas de iluminación se realiza el montaje de la instalación en el laboratorio. Se utilizan las luminarias, los equipos de control, el cableado, la programación, las pruebas necesarias y las correcciones. Una vez funciona correctamente, se crea la documentación necesaria para su montaje. En este punto la instalación se deja almacenada en el laboratorio.

Durante las dos semanas de montaje y según la cronología, se montan las instalaciones en el emplazamiento asignado, se realizan las pruebas "in situ" y si hace falta, se aplican las correcciones oportunas. No todas las instalaciones se encuentran en lugares protegidos o que estén en el interior de alguna Facultat, algunas instalaciones se tienen que montar y desmontar cada día del evento, los alumnos son los encargados de realizar dicho trabajo y si hay alguna incidencia la deberán solucionar y notificar a los profesores.

Aunque los alumnos participan de pleno en algunas de las instalaciones deben saber las características de todas ellas para poder informar a los visitantes cuando realizan las visitas guiadas. Estos conocimientos los van adquiriendo en cada sesión de clase y prácticas, y el día de la inauguración. Cuando todas las instalaciones están montadas, se realiza una visita general, comentando los aspectos técnicos y artísticos de cada instalación. De cada montaje elaboran una ficha que sirve de guía.

Una vez acabado "Encén Montilivi" los alumnos deben presentar una hoja de trabajo donde se reflejan las horas trabajadas (fuera de clase), incidencias, valoración de la experiencia, opinión de los visitantes y mejoras para una próxima edición. También tienen la oportunidad de describir una instalación para el próximo año. La presentación se realiza en la última clase del semestre de forma distendida.

RESULTADOS

Antes de realizar este proyecto los alumnos de cursos anteriores habían participado en experiencias similares, pero no de esta magnitud. Por ejemplo: habían participado en el diseño y montaje de una instalación en el laboratorio, solucionaban problemas y reparaban averías ocasionadas entre ellos. Finalmente participaban en un festival o evento con presencia de público. Solamente era una instalación.

El entusiasmo mostrado por los alumnos en la actividad nos animó a realizar "Encén

Montilivi”.

En la primera edición de 2022 se presentaron doce instalaciones y los resultados fueron satisfactorios, lo que nos motivó a continuar y mejorar. En la segunda edición fueron dieciséis instalaciones y se añadieron las visitas guiadas hechas por los alumnos para los asistentes. En estas visitas el alumno informaba a los visitantes y se percataba de las inquietudes y preferencias de los asistentes respecto las instalaciones. Dieciséis instalaciones hemos visto que es el número máximo que se puede asumir con doce alumnos.

Los resultados académicos han sido muy favorables. Aparte de la implicación del alumno en el proyecto, en la realización de las prácticas previas a la realización de la instalación las notas han incrementado respecto cursos anteriores. Con el fin de mejorar el rendimiento en el montaje en la última edición se contactó con los profesores de cuarto curso para que los alumnos no tuviesen pruebas de evaluación continuada durante la segunda semana de montaje, este hecho facilitó la participación del alumno en la actividad.

CONCLUSIONES

Se ha utilizado el aprendizaje basado en proyectos en esta actividad ya que permite a los estudiantes participar en algo que les motiva, al mismo tiempo que aprenden contenidos curriculares y ponen a prueba sus competencias clave LOMLOE. En esta actividad los estudiantes adquieran un mayor protagonismo en su proceso de aprendizaje respecto al que venían teniendo en la enseñanza tradicional. El profesor comparte sus conocimientos y los alumnos son los protagonistas durante todo el proceso y especialmente en la celebración del evento, ya que son la cara visible.

En otro aspecto permite trabajar en diferentes niveles de aprendizaje. A medida que transcurren los días los alumnos se sitúan en el nivel que se encuentran más cómodos y pueden desarrollar su actividad contribuyendo al grupo.

Los alumnos son más participativos y su implicación es mayor. Al mismo tiempo surge la colaboración entre alumnos para poder llegar a niveles de mayor dificultad y superarlos.

En algunas ocasiones se han presentado mejoras de la instalación a realizar por parte del alumno, ya que despierta su interés y su afán por presentarla de forma inmejorable.

En referencia al proyecto “Encén Montilivi” significa un salto importante del alumno con su carrera profesional, ya que tiene la posibilidad de relacionarse con otros profesionales del sector de la iluminación. Además, de poder mostrar una actividad universitaria a un público heterogéneo.

REFERENCIAS

Doménech Betoret, F (2018) Aprendizaje y Desarrollo de la personalidad.

<https://www3.uji.es/~betoret/Instruccion/Aprendizaje%20y%20Personalidad/Curso%2012-13/Apuntes%20Tema%205%20La%20ensenanza%20y%20el%20aprendizaje%20en%20la%20SE.pdf>

Alfredo López de Sosoaga y col. (2015) La enseñanza por proyectos: una metodología necesaria para los futuros docentes.

<https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005022.pdf>

Recalde Drouet, E.M.; Chicaiza Valle, V.L.; Guanga Inca, U. R.; Bravo López, Z.M. y Molina Herrera, S.M. (Noviembre-Diciembre 2023) Importancia del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para el Aprendizaje Significativo

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9229

Universidad Europea (23 de junio de 2023). *¿Qué es el aprendizaje basado en proyectos?*.

<https://universidadeuropea.com/blog/que-es-aprendizaje-basado-proyectos/>

EMID O34 Dando la nota: aprendizaje apoyado con canciones en asignaturas de tecnología del medio ambiente

Roberto J. Aguado^{a,b}

^aGrup de recerca LEPAMAP-PRODIS, Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària, Universitat de Girona, 17003 Girona. <https://lepamap.udg.edu>;

^bcorrespondencia: roberto.aguado@udg.edu

Abstract

I present adaptations of well-known songs to support the teaching of environmental technology subjects. This approach is hypothesized to not only enhance lesson comprehension but also to address classroom diversity. Moreover, it promotes student participation in classroom activities, fostering their creativity and motivation. The reception of this alternative to purely declarative teaching was deemed positive, as reflected by the high degree of satisfaction among students, class attendance, and performance.

Keywords: card games, environmental technology, pedagogical innovation, songs

Resumen

Presento adaptaciones de canciones ampliamente conocidas como apoyo en la enseñanza de asignaturas de tecnología medioambiental. Se plantea la hipótesis de que esto no solo facilita la comprensión de las lecciones, sino que también aborda la diversidad del aula. Además, fomenta la participación del alumnado en las actividades del aula, su creatividad y su motivación. La recepción de esta alternativa a la enseñanza tradicional fue positiva, como reflejó el alto grado de satisfacción entre el alumnado, su asistencia a clase y su rendimiento.

Palabras clave: canciones, innovación pedagógica, juegos serios, tecnología ambiental

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Pretendo utilizar los beneficios de la música y de las letras como apoyo en la comprensión básica de los tratamientos de aguas, efluentes gaseosos y residuos sólidos, ayudando a sentar las bases de procedimientos complejos. El diseño de recursos didácticos musicales para la enseñanza puede convertirse en una herramienta eficaz de innovación docente.

Las personas escuchan música a diario para crear un ambiente determinado, para pensar, para entretenerse, etc. La música, principalmente en forma de canciones, es parte de nuestra identidad y tiene el poder de generar conexiones interpersonales (Martinez, 2007). Por ello, el uso de canciones como apoyo a la enseñanza puede acercar un temario técnico a la realidad del alumnado, haciéndolo ver más cercano y útil. Esto es especialmente importante en grados donde, por desgracia y de manera injustificada, el aprendizaje sobre tecnologías del medio ambiente se percibe como una imposición de dudosa utilidad.

Un beneficio pedagógico de las canciones es su carácter motivador, atrayente y particularmente interesante para las personas jóvenes (Carmona y Gómez, 2020), quienes han nacido en un contexto de globalización musical. Su uso en el aula crea un ambiente positivo, la letra de la canción es un vehículo de información lingüística y la carga emocional de la canción facilita la integración de temas de actualidad y el temario de la asignatura (Badih, 2010). Independientemente de su profesión futura, cada estudiante sale a un mundo marcado por el cambio climático antropogénico, la acumulación de residuos sin tratar, la desertificación, los ecodios causados por potencias expansionistas como Rusia o Israel, la falta de acceso a agua

potable, el auge de la extrema derecha, la destrucción del medio natural, etc. Los ingenieros e ingenieras del futuro deben estar preparados para hacer frente a estos desafíos con motivación, valor y creatividad.

MÉTODO

Si bien las canciones pueden contener conceptos avanzados, su uso debe preceder, no proceder, la explicación técnica. Es tan común como trágico que un estudiante de ingeniería sepa aplicar una metodología de cálculo de una columna de absorción y que, al mismo tiempo, no pueda relacionarla con la posibilidad de descontaminar efluentes que contienen gases ácidos o compuestos orgánicos volátiles. El método de cálculo le podrá resultar útil en un examen, pero durante su carrera profesional probablemente usará *software* cada vez más automatizado para esa tarea.

El método de composición implica escoger una canción que reúna las siguientes características:

-alta probabilidad de ser conocida entre el público objetivo, para evocar un sentimiento de familiaridad;

-ritmo atractivo, fácil y popular, buscando ser un material de fácil memorización por sus características rítmicas;

-género universalmente aceptado, huyendo de algunos que pueden atraer a una parte del alumnado, pero generan repulsión en otra (*v.gr.*, reguetón).

Por supuesto, también hay un poderoso componente subjetivo por parte del profesor. Personalmente, encontré un filón en los temas con parte vocal de las bandas sonoras de películas clásicas de Disney. Al fin y al cabo, ¿no nos gustaba, a muchos de nosotros, aprendernos aquellas canciones en nuestra infancia? (Y algo más allá de la infancia.) Además, era una memorización fácil y espontánea.

COMPOSICIONES

Comenzaré por una canción general para introducir una asignatura de estudios de impacto ambiental y de técnicas de descontaminación. Está basada en *Colors of the Wind* del laureado largometraje *Pocahontas*. Considerando el contexto de la canción original, a asociación con el medio ambiente resulta autoexplicativa. En la columna de la izquierda, mi composición original en catalán (dialecto central oriental); en la columna de la derecha, la traducción a mi castellano madrileño nativo:

Tu creus que a un enginyer o enginyera
només li ha d'importar la utilitat,
però tota indústria manufacturera
porta enre un impacte ambiental.
La pluja podrà destrossar els boscos
si l'aigua absorbeix SO₃.
El plom i el mercuri a les aigües
converteixen els enzims en no-res.
Has sentit parlar d'un carrusel d'oxidació?
Has vist alguna EDAR des del cel?
El catalitzador a dins del teu vehicle
i sedimentar partícules d'un corrent...
són tecnologies del medi ambient.

Tú crees que a un ingeniero o ingeniera
solo le tiene que importar la utilidad,
pero toda industria manufacturera
lleva detrás un impacto ambiental.
La lluvia podrá destrozar los bosques
si el agua absorbe SO₃.
El plomo y el mercurio en las aguas
convierten las enzimas en la nada.
¿Has oído hablar de un carrusel de oxidación?
¿Has visto alguna EDAR desde el cielo?
El catalizador dentro de tu vehículo
y sedimentar partículas de una corriente...
son tecnologías del medio ambiente.

El primer tema, siguiendo la ficha de la asignatura, trata de estudios de impacto ambiental, sistemas de gestión ambiental, auditorías y análisis de ciclo de vida (ACV). El ACV evalúa los impactos ambientales de un producto desde la extracción de materias primas hasta su disposición final, abarcando producción, transporte, uso y desecho. Un concepto importante de este capítulo es el de fin de ciclo: reciclaje, incineración, vertedero, etc. ¿Qué mejor manera de familiarizarse con estos conceptos que adaptar *Circle of Life* de *The Lion King*?:

Des de l'extracció del petroli
fins que arriba l'etilenglicol,
hi ha més pol·lució i contaminació,

Desde la extracción del petróleo
hasta que llega el etilenglicol,
hay más polución y contaminación,

més enllà de la producció.
El polímer cal granular-lo
i després fondre'l i injectar-lo.
Sota un sol enlluernador,
un camió per l'A-2
les ampolles transportarà...
No és un cicle sense fi,
perquè el residu,
cal reciclar-lo
i tornar a començar.

más allá de la producción.
El polímero debe granularse
y después fundirse e inyectarse.
Bajo un sol cegador,
un camión por la A-2
las botellas transportará...
No es un ciclo sin fin
porque el residuo
hay que reciclarlo
y volver a comenzar.

El Tema 2 se refiere a la gestión y el tratamiento de aguas residuales, comenzando por indicar y parametrizar los principales impactos en el medio natural de los efluentes acuosos. En este sentido, uno de los parámetros fundamentales para diseñar una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) es la demanda biológica de oxígeno (DBO). La comprensión de su importancia no es inmediata, ya que buena parte del alumnado llega con la idea errónea de que verter materia orgánica biodegradable es inocuo. Para ello, Sebastian de *The Little Mermaid* tiene una buena propuesta con *Under the Sea*:

Tu creus que el rebuig orgànic
al riu el podràs llençar,
que com que és biodegradable
els bitxos s'ho menjaran!
No veus que els microorganismes
també han de respirar?
I quan l'oxigen s'acabi
el riu sencer morirà (oh, no!).
La DBO, la DBO...
diu fins a quin punt
es redueix l'oxigen dissolt.
Si no tens reoxigenació
mitjançant algues o aereació
tota la fauna i tota la flora
s'extinguiran i en molt poca estona
només tindràs cadàvers de peixos
i un riu mort!

Tú crees que los residuos orgánicos
al río los podràs tirar,
que como son biodegradables
¡los bichos se los comerán!
¿No ves que los microorganismos
también tienen que respirar?
Y cuando se acabe el oxígeno
el río entero morirá (¡oh, no!).
La DBO, la DBO...
dice hasta qué punto
se reduce el oxígeno disuelto.
Si no tienes reoxigenación
mediante algas o aireación
toda la fauna y toda la flora
se extinguirán y en muy poco tiempo
solo tendrás cadáveres de peces
¡y un río muerto!

El Tema 3 versa sobre los efluentes gaseosos. Uno de los equipos más habituales para separar las partículas suspendidas en un corriente de gas es el separador ciclónico o ciclón, que puede ser oportunamente introducido al son de *Dust in the Wind* de *Kansas* (adaptación original en inglés a la izquierda, traducción al castellano a la derecha):

I feed my gas by the upper inlet of a steel cyclone.
Air goes through...
And the solids fall down to the bottom zone.
Dust in the wind. This removes the dust in the wind. (x2)
Some are small, so small their inertia moment ain't
enough.
Then we must...
Place a nylon filter to clean up the gas.
Dust in the wind. This removes the dust in the wind. (x2)

Alimento mi gas por la entrada superior de un ciclón de
acero.
El aire pasa a través...
Y los sólidos caen a la zona inferior.
Polvo en el viento. Esto elimina el polvo en el viento. (x2)
Algunos son pequeños, tan pequeños que su momento
de inercia no es suficiente.
Entonces debemos...
Colocar un filtro de nailon para limpiar el gas.
Polvo en el viento. Esto elimina el polvo en el viento. (x2)

Sin embargo, la diversidad de contaminantes atmosféricos y de tratamientos puede resultar confusa para el alumnado. La siguiente adaptación de *I'll Make a Man Out of You* de *Mulan* puede ayudar a despejar esa confusión:

Una xemeneia emetrà un gas
que està ple de sòlids i contaminants.
Sense tractaments produirà
pluja àcida i smog.
Té benzè, PM10 i SO₂.
Podríem patir una boira asfíxiant
com a Nova Delhi o a Ulaanbaatar.
Però si tractem el gas a temps
definint un bon procés
la pol·lució es podrà evitar.
Si hi ha sòlids en suspensió
agafa un cartutx de filtre

Una chimenea emitirá un gas
que está lleno de sólidos y contaminantes.
Sin tratamientos producirá
lluvia ácida y smog.
Tiene benceno, PM10 y SO₂.
Podríamos sufrir una niebla asfijante
como en Nueva Delhi o Ulaanbaatar.
Pero si tratamos el gas a tiempo
definiendo un buen proceso
la polución se podrá evitar.
Si hay sólidos en suspensión
usa un cartucho de filtro

o una cambra de sedimentació.
Per a gas amb SO₂,
una absorció alcalina
o tal vez un lecho de adsorción.
Filtra el gas! Amb un cartutx de rayó porós.
Renta el gas! Amb una torre de absorció.
Redució!, dels òxids de nitrogen
fent servir un catalitzador.

o una cámara de sedimentación.
Para gas con SO₂,
una absorción alcalina
o tal vez un lecho de adsorción.
¡Filtra el gas! Con un cartucho de rayón poroso.
¡Lava el gas! Con una torre de absorción.
¡Reducción!, de los óxidos de nitrógeno
usando un catalizador.

Para el Tema 4, sobre residuos sólidos, opto por una versión bilingüe de *Be Our Guest* de *The Beauty and The Beast* para amenizar el problema que entrañan los vertederos:

Qué festín de primera
para aves carroñeras.
La comida en mal estado,
un manjar para el milano.
¡Un pañal!, ¡un cartón!,
¡la trompeta de latón!
Y al llover, los lixiviados
llenos de metal pesado...
Dioxina, furan,
CO₂ i metà,
que escalfen el planeta sense igual...
Més gros que el Taj Mahal
i que el Palau Robert,
abocador a cel obert!

Dioxina, furano,
CO₂ y metano,
que calientan el planeta sin igual...
Más grande que el Taj Mahal
y que el Palau Robert,
¡vertedero a cielo abierto!

RECEPCIÓN Y CONCLUSIONES

En la que acaso sea su conclusión más famosa, Weber (1905) pronosticaba que el desarrollo cultural conduciría a *Berufsmench ohne Geist, Genussmensch ohne Herz* (la traducción probablemente menos mala es: “profesionales sin espíritu, hedonistas sin corazón”). El tiempo no le ha dado la razón: las *soft skills* son más importantes que nunca, la gestión emocional se ha vuelto tan importante como la transmisión de conocimientos y se espera que nosotros, los profesores, motivemos al alumnado. Es otro asunto si es justo o no que, además de investigar, supervisar trabajos y conseguir financiación pública y privada, debamos asumir la responsabilidad sobre dicha motivación. No obstante, si ese es el caso, puedo afirmar que la música nos brinda una herramienta poderosa.

De hecho, en *Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente*, la recepción fue abrumadoramente positiva. La nota media en “En conjunto, valoro positivamente la docencia del profesor/a” fue 4,90/5 (30 respuestas de un total de 73 estudiantes). En los comentarios, el alumnado destacó el uso de metodologías alternativas a la clase puramente expositiva y declarativa. Como resultado, su motivación y aprecio por los contenidos había aumentado. Lejos de ser únicamente una cuestión de placer, esto se vio reflejado en un alto porcentaje de asistencia y, respecto a las pruebas de evaluación, en la asimilación exitosa de conceptos básicos.

Concluyo, por tanto, que la adaptación y uso de canciones reconocibles en estudios técnicos:

- promueve la participación en las actividades del aula por parte del alumnado;
- contribuye al aprecio del alumnado por la asignatura;
- conlleva mejoras en la comprensión, la originalidad, la creatividad y la recepción de los contenidos.

No se trata de ser un bromista, si bien el espejismo de seriedad formal con el que aún se reviste la academia nos hace confundir diversión con falta de profesionalidad. Se trata de ser, en contra de la predicción de Weber, un profesional con espíritu. Y de hacer que el alumnado disfrute con corazón.

REFERENCIAS

Badih, A.T. (2010). *Explotación de las canciones para la enseñanza de E/LE*. Memoria de

Maestría en Formación de Profesores. Universidad de Jaén.

Carmona, J., y Gómez, A. (2020). *La música como agente motivador hacia el acercamiento al acto lector*. Memoria de Maestría en Pedagogía y Desarrollo Humano. Universidad Católica de Pereira.

Martínez, I. (2017). *¡Profe! Enséñame con canciones. una investigación sobre el uso de las canciones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias sociales*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Weber, M (1905). *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*, p. 182. Imperio Alemán.

Pósteres

EMID P01 Clase Inversa: identificando estrategias efectivas de implementación

I. Herrero Bengoechea ^a, J. López Soto ^b, M. Iturrondobeitia Ellacuria ^c, P. Jimbert Lacha ^d, U. Llano Castresana ^e, X. Amezua Lasuen ^f

^{abcdef} Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Bilbao, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Paseo Rafael Moreno "Pitxitxi" 3, 48013 Bilbao (Spain).
^aisabel.herrero@ehu.eus; ^bjaime.lopez@ehu.eus; ^cmaider.iturrondobeitia@ehu.eus;
^dpello.jimbert@ehu.eus; ^eurtzi.llano@ehu.eus; ^fxabier.amezua@ehu.eus

Abstract

The flipped classroom is a teaching methodology that inverts the traditional teaching-learning model. In this approach, students spend their time in the classroom doing practical activities, discussions, and problem solving under the guidance of the teacher. The objective of this work is to identify the most effective strategies to implement the reverse class. The results indicate that the effective implementation of the flipped classroom positively affects the attitude and performance of the students, promoting greater participation, autonomy and commitment to their learning.

Keywords: flipped classroom, educational innovation, autonomous learning, graphic expression.

Resumen

La clase inversa, o flipped classroom, es una metodología didáctica que invierte el modelo tradicional de enseñanza-aprendizaje. En este enfoque, el alumnado dedica el tiempo presencial a actividades prácticas, discusiones y resolución de problemas bajo la guía del docente. El objetivo de este trabajo es identificar las estrategias más efectivas para implementar la clase inversa. Los resultados indican que la implementación efectiva de la clase inversa impacta positivamente en la actitud y el desempeño del alumnado, fomentando una mayor participación, autonomía y compromiso con su aprendizaje.

Palabras clave: clase inversa, flipped classroom, innovación educativa, aprendizaje autónomo, expresión gráfica.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La clase inversa, o flipped classroom, es una metodología didáctica que invierte el modelo tradicional de enseñanza-aprendizaje. En este enfoque, cada estudiante accede a los contenidos teóricos de manera autónoma fuera del aula, generalmente a través de recursos digitales, y el tiempo presencial se dedica a actividades prácticas, discusiones y resolución de problemas bajo la guía del docente (Tourón, 2015). Esta metodología ha demostrado tener un impacto positivo en el aprendizaje del alumnado, al fomentar su participación activa, la colaboración y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, tal como se evidencia en los resultados presentados en estudios recientes (Herrero, 2023) (Zhao, 2023).

Además, el soporte creado para llevar a cabo esta metodología permite ser adaptado fácilmente a un modelo semipresencial o incluso a un modelo en línea, como se pudo analizar tras la pandemia de COVID-19 (Jimbert, 2022). Esto facilita la implementación de la clase inversa en diversos contextos educativos, brindando a los docentes la flexibilidad necesaria para adaptarse a las necesidades de sus estudiantes.

Diversas investigaciones han explorado los beneficios de la implementación de la clase inversa en diferentes contextos educativos. A pesar de los resultados positivos, la implementación efectiva de la clase inversa sigue siendo un desafío para muchos docentes (Akçayır, 2018). Algunos de los vacíos temáticos identificados en la literatura incluyen la

necesidad de investigar estrategias específicas para la implementación de la clase inversa en diferentes disciplinas y contextos (Zainuddin, 2016), así como la exploración de factores que faciliten la adopción de esta metodología por parte del alumnado.

El objetivo de este artículo es identificar las estrategias más efectivas para implementar la clase inversa en diferentes contextos educativos y disciplinas, con el fin de atraer a más estudiantes a esta metodología didáctica y mejorar su experiencia de aprendizaje.

La exigencia de compromiso por parte del alumnado es un aspecto crucial en la implementación de la clase inversa. Como no puede ser de otro modo, este trabajo se enmarca dentro de la “Normativa Reguladora de la Evaluación del Alumnado en las titulaciones oficiales de Grado”, que en uno de sus artículos establece que *“En todo caso el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua”* (BOPV el 13 de marzo de 2017).

La disposición mencionada limita significativamente la flexibilidad en el diseño de la metodología educativa, lo que a su vez mina el compromiso del alumnado. Al disponer de la opción de la evaluación final independientemente de la participación en la evaluación continua, se reduce la capacidad de los educadores para implementar enfoques pedagógicos innovadores que fomenten la implicación activa y continua del alumnado en su proceso de aprendizaje. Esta restricción puede obstaculizar la adopción de prácticas educativas más dinámicas y personalizadas, que son fundamentales para estimular la motivación y el compromiso del alumnado en el ámbito educativo.

El presente trabajo se realiza para la asignatura de Expresión Gráfica, de la Escuela de Ingeniería de Bilbao. El contexto de esta asignatura anual de 9 créditos es común para los Grados en: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Ingeniería Mecánica. Tiene carácter trilingüe, se imparte en castellano, euskera e inglés a un total de más de 500 estudiantes matriculados. El equipo docente está formado por 5 profesores y profesoras que dedicamos la mayor parte de la docencia a esta asignatura y por otros 2 a 4 profesores y profesoras que dedican parte del tiempo por que comparten esta asignatura con otras.

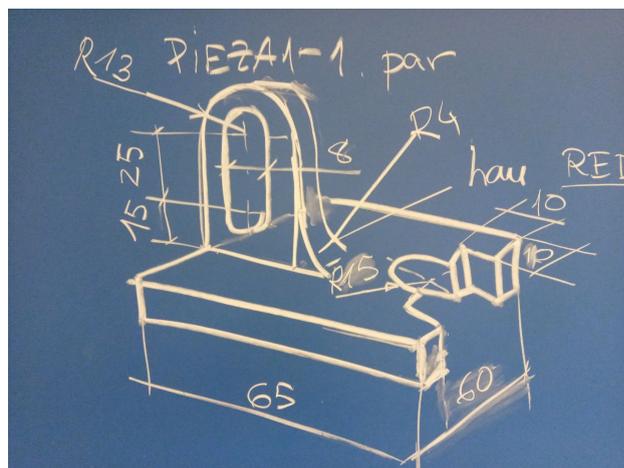


Fig. 1. Asignatura de Expresión Gráfica en Ingeniería. Fuente: los autores.

METODOLOGÍA

La selección de participantes se centrará en docentes que hayan implementado la clase inversa en cursos anteriores, al menos parcialmente, y que buscan una mejora en los resultados de la implementación de esta metodología. El alumnado participante es de 1º curso, dado que se requiere un aprendizaje del funcionamiento de la propia metodología de clase inversa, la toma de datos para el análisis se realizará a partir de la 5ª semana de clase

presencial.

En este estudio se utilizará un enfoque cualitativo. La recolección de datos se llevará a cabo mediante entrevistas semiestructuradas a los docentes. El análisis de los datos se realizará a través de la codificación y categorización de las estrategias de implementación identificadas, con el fin de determinar los patrones y temas recurrentes.

La implementación de la metodología de clase inversa se establece tres niveles de aprendizaje: básico, medio y de profundización.

Nivel básico:

- Antes de clase, se propone ver un video divulgativo para introducir el tema. Sería a modo ilustrativo general para despertar el interés, pero sin contenidos del temario.
- Al inicio de la clase, se plantea una tarea por escrito que cada estudiante debe resolver por sí mismo, con el apoyo de la bibliografía proporcionada.
- El docente atiende las dudas, guiando al alumnado hacia la información relevante, pero sin resolver directamente la tarea.
- Se fomenta la consulta entre estudiantes para agilizar la aclaración de dudas.
- Pasado el tiempo, se muestran soluciones parciales y se enfatiza en los aspectos más importantes. No se muestra la solución final y completa para no desviar la atención de los aspectos importantes.

Nivel medio:

- Se plantean casos similares donde la resolución es parecida a casos vistos.
- Si se considera necesario, se expone un tema en formato de cápsula de 10 minutos.
- Se amplía la explicación para casos más complejos, haciendo referencia a la bibliografía.

Nivel de profundización:

- Se plantean casos donde hay que relacionar entre sí varios casos de nivel básico y se proporciona la bibliografía necesaria.
- Al final de la clase, hay una entrega del trabajo realizado, que el docente corrige y retroalimenta, pudiendo ser valorado para la calificación.

Se pretende que el aprendizaje sea autónomo, para ello, en el aula se dispone de bibliografía física (libros, apuntes, etc.) y, por supuesto, también tiene acceso a bibliografía digital.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras la implementación de la metodología clase inversa reflejan cambios significativos en el comportamiento y la participación del alumnado.

Se observa que el alumnado acude a clase con más documentación física (libros, apuntes, etc.), lo que indica un mayor interés y compromiso con el proceso de aprendizaje. Esta mayor preparación previa se traduce en una mayor activación del alumnado en clase, sin necesidad de que el docente tenga que “despertarlos” al comienzo de la sesión, lo que contribuye a un ambiente más participativo y dinámico.

La dinamicidad de la clase se ve potenciada por la metodología de la clase inversa, donde el alumnado asume un rol más activo en su aprendizaje. Al tener acceso previo a los contenidos teóricos, el alumnado percibe la necesidad de lo que necesita aprender y se involucra de manera más proactiva en las discusiones y actividades propuestas en clase.

Esta mayor implicación se refleja en un aumento en la capacidad del alumnado para profundizar por sí mismos en el tema, siguiendo la bibliografía propuesta y desarrollando habilidades de autoaprendizaje y autonomía en su proceso educativo.

En resumen, la implementación efectiva de la clase inversa ha demostrado impactar positivamente en la actitud y el desempeño del alumnado, fomentando una mayor participación, autonomía y compromiso con su aprendizaje.

Las estrategias utilizadas en la clase inversa han sido clave para atraer a más estudiantes a esta metodología y mejorar su experiencia educativa.

CONCLUSIONES

Tras analizar los resultados de la implementación de la metodología clase inversa y observar el impacto en el proceso de aprendizaje del alumnado, se pueden extraer conclusiones significativas. Se destaca que cada estudiante trabaja a su ritmo, lo que permite una personalización del aprendizaje y una adaptación a las necesidades individuales de cada estudiante. Este enfoque garantiza que el ritmo de la clase no lo marque el o la estudiante más lento o más lenta, promoviendo un avance más equitativo y eficiente en el aprendizaje.

La incorporación del trabajo en grupo y el fomento del trabajo autónomo son aspectos clave que emergen de la implementación de la clase inversa. Estas estrategias promueven la colaboración entre estudiantes, el intercambio de ideas y la construcción colectiva del conocimiento, enriqueciendo la experiencia educativa y fortaleciendo las habilidades sociales y cognitivas del alumnado.

Además, se vislumbran líneas abiertas para plantear un modelo semipresencial en el contexto educativo, aprovechando las ventajas de la metodología de la clase inversa. Este enfoque no solo permite un ahorro de tiempo y recursos en desplazamientos y transporte, sino que también se alinea con prácticas más sostenibles y ecológicas.

Asimismo, la experiencia adquirida en la implementación de la clase inversa puede servir como un aprendizaje valioso para la integración de modalidades de teletrabajo y educación a distancia en el futuro.

En conclusión, la identificación de estrategias efectivas para implementar la clase inversa no solo mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que también abre nuevas posibilidades para la innovación educativa, la personalización del aprendizaje y la adaptación a entornos educativos más flexibles y sostenibles.

REFERENCIAS

- Akçayır, G., y Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers & Education*, 126, 334-345.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>
- Herrero, I., López, J., Iturrondobeitia, M., Jimbert, P., Llano, U., Erkizia, G., y Amezua, X. (2023). Estudiantes Flip-active en Expresión Gráfica. Resultados clasificados por nivel cognitivo. 30 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET). Universidad Politécnica de Cartagena. ISBN: pendiente.
- Jimbert, P., Iturrondobeitia, M., Herrero, I., López, J., y Llano, U. (2022). The adaptability of the “Flipped Classroom” pedagogical model to 100% online teaching. *4th International Conference on Innovative Research in Education (Ireconf)*. Conference Proceedings. ISBN: 978-609-485-251-0.
- Tourón, J., y Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de Educación*, 368, Abril-Junio.
- Universidad del País Vasco UPV/EHU. (BOPV el 13 de marzo de 2017). Normativa Reguladora de la Evaluación del Alumnado en las titulaciones oficiales de Grado.
<https://www.ehu.es/es/web/graduak/normativa/evaluacion-del-alumnado-en-las-titulaciones-oficiales-de-grado>
- Zainuddin, Z., y Halili, S.H. (2016). Flipped Classroom Research and Trends from Different Fields of Study. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17.
<https://doi.org/10.19173/irrodl.v17i3.2274>
- Zhao, X. (2023) “Flipped Classroom” Teaching Model Research: A Case Study of “Innovation and Entrepreneurship Education and Practice (Theory)”. *Open Journal of Applied Sciences*, 13, 2007-2013. doi: [10.4236/ojapps.2023.1311157](https://doi.org/10.4236/ojapps.2023.1311157).

EMID P02 Integración de Recursos Informáticos y de Laboratorio en Teoría de Máquinas para Aumentar el Rendimiento en Dinámica.

Balbín-Molina JA^a, Sousa-Santana P^b, y Mora-Macías J^b

^aEscuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla.

^bEscuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Huelva.

Abstract

It has been observed that the grade in the dynamics block of the course Fundamentals of Machine Theory and Mechanisms of the industrial engineering degrees of the Engineering School of the University of Huelva is much lower than in the rest of the blocks of the same course. A scaled mechanism has been designed on which we intend to work on dynamic analysis: using CAD software and in experimental sessions. The aim of this work is to quantify the effect of the integration of the computer and laboratory practical sessions with the use of this same model of mechanism on the learning of the dynamics block of contents.

Keywords: theory of machines; mechanisms; dynamic analysis; scale model; simulation.

Resumen

Se ha observado que, en general, el rendimiento de los estudiantes en el bloque de dinámica de la asignatura Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos de los grados de la rama industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva es mucho menor que en el resto de bloques de la misma asignatura. Se ha diseñado un mecanismo a escala sobre el que se pretende trabajar el análisis dinámico usando software CAD y en sesiones de laboratorio. El objetivo de este trabajo es cuantificar el efecto de mejora en el aprendizaje del bloque de contenidos de dinámica a través de la integración en las sesiones prácticas de informática y de laboratorio del uso de este mismo modelo de mecanismo.

Palabras clave: teoría de máquinas; mecanismos; análisis dinámico; modelo a escala; simulación.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

A lo largo de los primeros cursos de ingeniería se encuentran las asignaturas que desarrollan los fundamentos básicos de cada titulación. Este tipo de asignaturas suelen abordar contenidos que normalmente presentan cierta barrera inicial de dificultad debido a que son conceptualmente abstractas. Si el docente no es capaz de conseguir que los estudiantes superen dicha barrera inicial puede darse una disminución del rendimiento y de la motivación del alumnado o incluso el abandono durante las primeras semanas de docencia. Las sesiones de laboratorio representan un apoyo fundamental a las sesiones de teoría porque ofrecen al estudiante la aplicación de los contenidos a casos reales, como el uso de mecanismos a escala. Se ha demostrado que la realización de experimentos en sesiones de laboratorio ayuda a la asimilación y comprensión de conceptos y mejora la satisfacción del estudiantado con la asignatura (Li et al., 2019). Además, el uso de la impresión 3D o fabricación aditiva en la docencia en ingeniería es una técnica que presenta ventajas para los estudiantes y su aprendizaje (Calhoun & Harvey Jr., 2018; Ford & Minshall, 2019; Lipson et al., 2005; Pieterse & Nel, 2016). Por otra parte, una tendencia actual en la renovación de las metodologías docentes es la de promover el desarrollo de competencias en el marco de las TIC. Existen trabajos en la literatura que demuestran mejoras en los resultados de Teoría de Máquinas y

Mecanismos a través del uso de las TIC (Corral Abad et al., 2021).

La asignatura Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos se imparte en los cinco grados de la rama industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI) de la Universidad de Huelva. En esta asignatura se divide en tres bloques: cinemática, dinámica y mecanismos elementales. En los últimos cursos los profesores que imparten dicha asignatura han observado que, en general, el rendimiento de los estudiantes en el bloque de dinámica es mucho menor que en el resto de bloques de la asignatura. Por este motivo, recientemente se han introducido en las sesiones de prácticas de informática de dicha asignatura el uso de herramientas computacionales para simulación de mecanismos y análisis de los mismos, clave en la enseñanza de Teoría de Máquinas por ser herramientas que se usan en la práctica profesional. En lo que respecta al bloque de dinámica se suelen hacer varias prácticas con el objetivo de que los estudiantes aprendan herramientas como SolidWorks o Inventor, que permiten llevar a cabo el modelado 3D y análisis dinámico de mecanismos. Esta práctica viene precedida de las correspondientes sesiones teóricas para asimilación de conceptos clave y de otras sesiones en aulas de informática en las que los estudiantes realizan el análisis dinámico a partir de las expresiones analíticas con ayuda de un software puramente numérico como Excel o Matlab. A pesar de contar con estos recursos el rendimiento de los estudiantes en el bloque de dinámica no parece aumentar.

El objetivo de este trabajo es conseguir una mejora en el aprendizaje del módulo de dinámica de Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos, y por tanto en el rendimiento de los estudiantes, a través de la integración de las sesiones prácticas de informática que se llevan a cabo con nuevas prácticas de laboratorio. Para ello se pretende integrar las sesiones prácticas de informática sobre análisis dinámico antes descritas con una sesión de laboratorio en la que los estudiantes puedan hacer un análisis dinámico experimental sobre el mismo mecanismo y comparar los resultados experimentales con los obtenidos en las simulaciones.

METODOLOGÍA

La metodología ha consistido en un primer análisis de la situación, tratando de cuantificar el rendimiento en el bloque de dinámica de la asignatura Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos, y en el planteamiento de la solución mediante la integración de sesiones prácticas de informática y laboratorio. Se ha diseñado un mecanismo a escala, sobre el que se ha llevado a cabo un análisis dinámico mediante herramientas computacionales. Este análisis se pretende realizar experimentalmente con el mecanismo fabricado en el contexto de un proyecto de innovación docente.

Definición del sistema.

El mecanismo escogido, por su simplicidad y por su aplicación práctica es una bomba de varilla para extracción de crudo. Se ha diseñado una maqueta del mismo a escala 1:15. En la Fig. 1 se incluye una imagen del mecanismo a escala diseñado y un plano con las dimensiones del mismo. El mecanismo está formado por 6 elementos o barras. Aunque este tipo de bombas son verticales, por simplicidad la maqueta se ha montado sobre el plano horizontal fijo (elemento 1). La barra 2 es la manivela accionada por un motor eléctrico de 28 W y velocidad de giro constante 5 rpm (par máximo 53.48 Nm). Esta barra está articulada a la barra 3, la cual se une también mediante un par de rotación a la barra 4. La barra 4 se une mediante un par de rotación a la base fija y mediante otra articulación a la barra 5. Esta barra 5 es también una barra doblemente articulada, con la barra 4 y con el elemento 6. La barra 5 es rígida, aunque en los mecanismos reales suele ser un cable. Se ha optado por esta simplificación ya que en la asignatura solo se estudian sólidos rígidos. El elemento 6 es una deslizadera, guiada mediante una guía vertical fija a la base, que simula el vástago de la bomba de varilla. Para simular la resistencia al movimiento del vástago que ejercería la presión en una bomba real, se ha utilizado un elemento elástico de constante $K = 69.3 \text{ N/m}$. En serie con este elemento elástico (representado en color azul) se colocará un dinamómetro que permitirá conocer en cada momento la fuerza ejercida sobre la deslizadera. Esta medida experimental será comparada

con las estimaciones numéricas realizadas en Excel o Matlab.

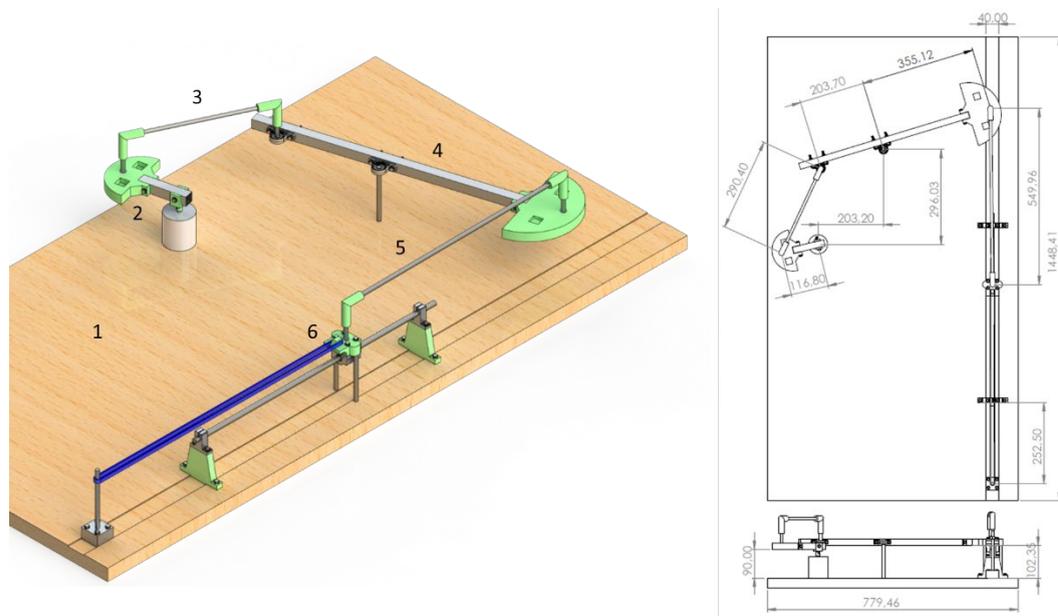


Fig. 1. Maqueta de la bomba de varilla diseñada. Dimensiones en mm

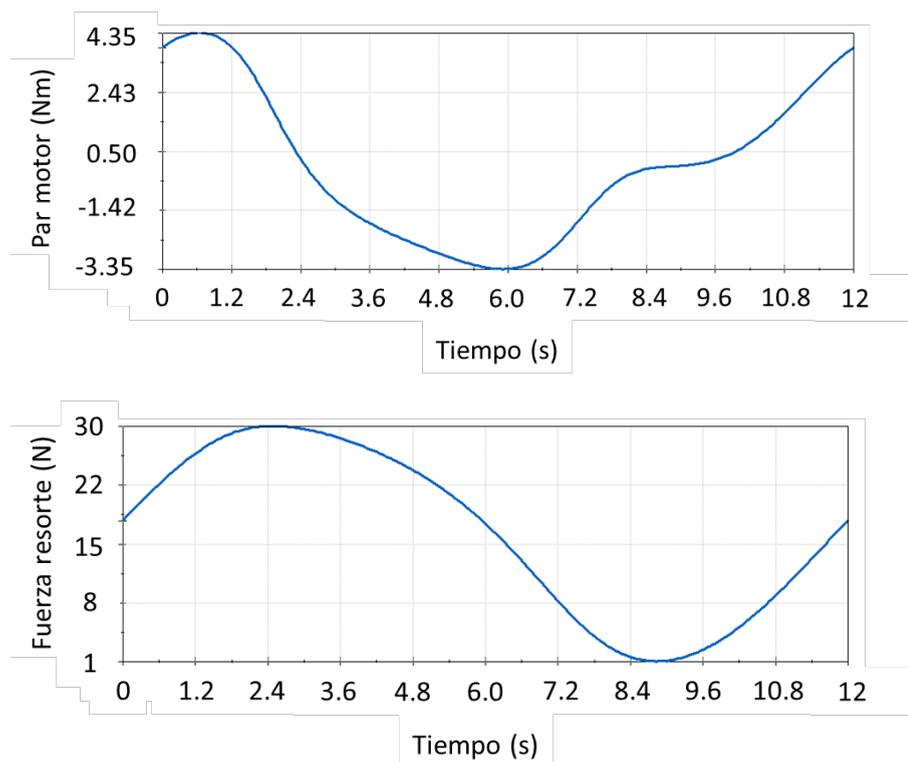


Fig. 2. Evolución del par motor y de la fuerza que ejerce el resorte elástico sobre la deslizadora durante una vuelta completa de la manivela.

Análisis dinámico.

Conocidas las geometrías y propiedades mecánicas de los materiales con los que se construyen las barras del mecanismo de la Fig. 1 y, por tanto, sus valores de masa e inercia, se ha llevado a cabo el análisis dinámico del sistema de forma analítica, resolviendo las ecuaciones con el software Matlab® y también mediante el complemento Motion de SolidWorks®. Para llevar a cabo este análisis se impone una velocidad de giro constante en el motor y se calcula de forma teórica el par que debe aplicar el motor a lo largo del ciclo de funcionamiento del mecanismo para mantener la velocidad de giro de la manivela

constante y de valor 5 rpm. A modo de ejemplo, en la Fig. 2 se observa la evolución del par ejercido por el motor y la fuerza sobre la deslizadera 6 a lo largo de un ciclo de funcionamiento. La Fig. 2 también muestra el valor de la fuerza que ejerce el resorte elástico durante el ciclo de funcionamiento del mecanismo.

Implantación en sesiones prácticas.

El mecanismo definido en la Fig. 1, que se encuentra en proceso de fabricación, se implantará como recurso material en las prácticas de laboratorio de la asignatura Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos de diversas titulaciones de ingeniería de la Universidad de Huelva a partir del curso 2024-2025. Actualmente los estudiantes llevan a cabo el análisis dinámico de mecanismos mediante resolución analítica en clases de teoría y mediante software CAD en clases de prácticas de informática. Una vez se disponga del equipo experimental, la actividad docente se desarrollará en los siguientes pasos, usando el mismo modelo de mecanismo descrito (Fig. 3):

- En primer lugar, en clase de teoría se explicarán los conceptos básicos sobre análisis dinámico de mecanismos y se realizarán ejemplos aplicados utilizando métodos analíticos: principio de potencias virtuales y método de equilibrio. Estos ejemplos se apoyarán con software numérico (Matlab o Excel) para resolución numérica de ecuaciones. Uno de los ejemplos será el mecanismo diseñado en esta propuesta (Fig. 1).
- En segundo lugar, en las aulas de informática se llevará a cabo una sesión práctica sobre análisis dinámico de mecanismos con la herramienta SolidWorks®. Al final de esta sesión los estudiantes tendrán que hacer el análisis dinámico con SolidWorks® de la maqueta de bomba de varilla (Fig. 1).
- Tercero, en una sesión experimental en el laboratorio los estudiantes accionarán el mecanismo fabricado conectado al motor haciéndolo girar a una velocidad constante de 5rpm, midiendo para cada instante la fuerza ejercida por el resorte elástico mediante la adquisición de datos de fuerza realizada por un dinamómetro conectado en serie con dicho resorte. Al terminar esta sesión los estudiantes recopilarán los datos de geometría y masa de cada barra del mecanismo. Con estos datos adaptarán el análisis dinámico con SolidWorks® generado en la sesión anterior con el fin de que los datos de inercia y masa de cada barra sean lo más fiel posible al mecanismo real. También medirán experimentalmente la rigidez del resorte elástico.
- Finalmente, los estudiantes entregarán una memoria en la que se solicitará una descripción detallada del trabajo realizado en las sesiones sobre análisis dinámico de mecanismos y una relación/comparación de la evolución de la fuerza real ejercida por el resorte elástico medida experimentalmente con la evolución calculada analíticamente y con el software específico.

Esta actividad docente permite la integración de sesiones teóricas y de prácticas de informática y laboratorio sobre el mismo modelo de ejemplo (Fig. 3) y puede complementarse con diferentes extensiones: comparación de resultados del análisis dinámico según la geometría de diferentes barras; según la masa de diferentes barras o según la rigidez del resorte.

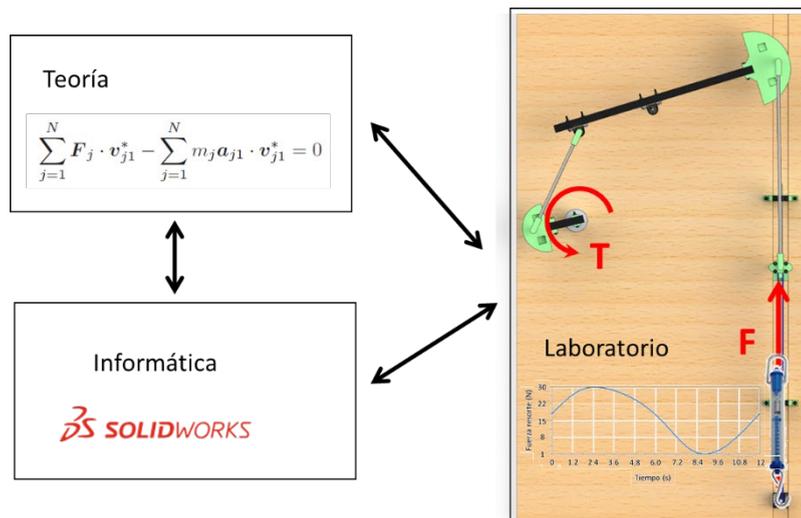


Fig. 3. Esquema de la metodología docente.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Análisis inicial.

Se ha realizado un estudio para cuantificar el rendimiento de los estudiantes en el bloque de dinámica de la asignatura Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos. En este caso se ha utilizado como referencia el grupo del Grado en Ingeniería Mecánica de la ETSI de la Universidad de Huelva en el período que comprende los cursos 2020/21 al 2023/24 (Tabla 1). Se ha tomado como referencia a los estudiantes que superan la asignatura ya que el rendimiento en el bloque de dinámica entre los no aprobados puede deberse a diferentes factores menos relacionados con la metodología docente, como el abandono prematuro de la asignatura. Se observa que la nota media en el bloque de dinámica es inferior a 5 y suele estar por debajo de la nota media global en la asignatura, en torno a 6.3. Menos de la mitad de los estudiantes que superan la asignatura aprueban el bloque de dinámica.

Tabla 1. Resultados en el bloque de dinámica de los estudiantes que han superado la asignatura Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos durante los cursos 2020/21 a 2023/24.

Curso	23/24	22/23	21/22	20/21	Media
Nota media global de aprobados	6.4	6.3	6.2	6.1	6.3
Nota media bloque dinámica entre aprobados	5.2	5.0	2.7	4.0	4.2
% que supera la dinámica entre los aprobados	47.4	52.4	14.3	21.4	33.9

Análisis esperado.

Los resultados de este proyecto tratan de cuantificar el impacto de la integración de sesiones teóricas, prácticas de informática y laboratorio sobre el mismo modelo de mecanismo en la calidad de la docencia recibida sobre análisis dinámico dentro de la asignatura Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos durante el curso 2024-25. Para ello, una vez se lleve a cabo la metodología docente descrita (Fig. 3), se solicitará a los estudiantes un cuestionario final para conocer su opinión sobre el grado de satisfacción con las actividades docentes y las propuestas de mejora que consideren oportunas (Estévez et al., 2013; Morales et al., 2013). Por otro lado, una vez finalizado el curso, se analizará si la actividad ha tenido influencia en el rendimiento de los estudiantes en el bloque de dinámica de la asignatura, comparando la nota media en el bloque de dinámica en el curso 2024-25 con los resultados reportados de cursos anteriores (Tabla 1).

REFERENCIAS

Calhoun, S. J., & Harvey Jr., P. S. (2018). Enhancing the teaching of seismic isolation using additive manufacturing. *Engineering Structures*, 167, 494–503.

<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.03.084>

Corral Abad, E., Gómez García, M. J., Díez-Jimenez, E., Moreno-Marcos, P. M., & Castejón Sisamon, C. (2021). Improving the learning of engineering students with interactive teaching applications. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(6), 1665–1674. <https://doi.org/10.1002/cae.22415>

Estévez, A., Doblas, F. J., Vallellano, C., Morales, D., Centeno, G., Martínez-Donaire, A. J., & García-Lomas, F. J. (2013). Teaching Experience on Metal Forming Processes through Case Study Methodology. *Materials Science Forum*, 759, 39–46.

Ford, S., & Minshall, T. (2019). Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing*, 25, 131–150. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028>

Li, H., Öchsner, A., & Hall, W. (2019). Application of experiential learning to improve student engagement and experience in a mechanical engineering course. *European Journal of Engineering Education*, 44(3), 283–293. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1402864>

Lipson, H., Moon, F. C., Hai, J., & Paventi, C. (2005). 3-D Printing the History of Mechanisms. *Journal of Mechanical Design*, 127(5), 1029–1033. <https://doi.org/10.1115/1.1902999>

Morales, D., Centeno, G., Vallellano, C., Doblas, F. J., Martínez-Donaire, A. J., Estévez, A., & García-Lomas, F. J. (2013). Self-evaluation E-learning System for Manufacturing Engineering Subjects. *Materials Science Forum*, 759, 121–128.

Pieterse, F. F., & Nel, A. L. (2016). The advantages of 3D printing in undergraduate mechanical engineering research. *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 25–31. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2016.7474526>

EMID P03 Aplicación de metodología Hackathon en asignatura de Ingeniería Eléctrica

Juan Á. Sans^a, Miguel Ardid^a, Juan A. Monsoriu^a, S. Gallego, M^a. Carmen Muñoz^a, Salva Ardid^a y Enrico Bandiolo^a

^aEscuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial (ETSIADI), Universitat Politècnica de València, juasant2@upv.es

Abstract

This article examines the application of the innovative educational initiative “Hackathon” in the Electricity course for Electrical Engineering at ETSIADI (UPV). First, the implementation of the activity is described, and then the results are assessed through a survey among the students. The outcome shows that the students are much more motivated by participating in the hackathon than by engaging in traditional laboratory practices.

Keywords: hackathon, Electrical engineering, student motivation, survey.

Resumen

Este artículo examina la aplicación de la iniciativa pedagógica innovadora “Hackathon” en la asignatura de Electricidad para Ingeniería Eléctrica en la ETSIADI (UPV). Primero, se describe la implementación de la actividad en la asignatura y luego se evalúan los resultados mediante una encuesta entre el alumnado. El resultado muestra que el alumnado está mucho más motivado realizando el hackathon que las prácticas de laboratorio tradicionales.

Palabras clave: hackathon, Ingeniería eléctrica, motivación del alumnado, encuesta.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el contexto académico actual, es fundamental abordar los desafíos que enfrenta el alumnado en asignaturas técnicas específicas, al fin de mejorar su experiencia educativa y los resultados de aprendizaje. Un ejemplo revelador se encuentra en la asignatura de Electricidad del Grado de Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y del Diseño Industrial (ETSIADI). Las encuestas de satisfacción estudiantil han destacado calificaciones consistentemente por debajo del promedio en áreas clave como la metodología de enseñanza y la capacidad de motivar e involucrar a los alumnos. Estos resultados son especialmente preocupantes, puesto que los estudiantes de este Grado suelen provenir de contextos educativos muy diversos y obtienen notas de acceso generalmente más bajas, en comparación con otros programas académicos.

Ante esta situación, se ha implementado en esta asignatura una innovadora iniciativa pedagógica, conocida como “Hackathon”, al fin de revitalizar la enseñanza de la Electricidad mediante la introducción de tecnologías emergentes y técnicas de aprendizaje activo.

El término “Hackathon” se acuñó en 1999 como resultado de la yuxtaposición de las palabras inglesas “hacking” y “marathon”, para describir una actividad corta, con una intensa programación y limitada en tiempo (Happonen *et al.*, 2021). En los últimos 10 años esta metodología, que en origen fue implantada en muchas compañías tecnológicas para incentivar el desarrollo de nuevas iniciativas por parte de los empleados, se ha intentado aplicar también al ámbito de la innovación educativa (Chau & Gerber, 2023). En la práctica, un Hackathon consiste en una competición entre distintos grupos en el cual, mediante un plan diseñado para cumplir varias etapas en un orden determinado, los grupos participantes presentan un prototipo final a un jurado que valorará tanto el resultado final como la presentación que se hace de él.

El presente artículo explora el desarrollo y la implementación de esta iniciativa en la asignatura de Electricidad para Ingeniería Eléctrica de la ETSIADI (UPV). Nuestro planteamiento de la metodología Hackathon se desarrolla a lo largo de siete sesiones prácticas, cada una diseñada para integrar tecnologías avanzadas y fomentar un enfoque participativo de los estudiantes. Como precedente, en la asignatura de Física de Ingeniería Mecánica, la introducción de dispositivos móviles como sensores para experimentos ha aumentado significativamente la motivación y la satisfacción estudiantil (Sans et al, 2016), un modelo que ahora se busca replicar en Electricidad.

En este artículo se detalla la estructura del Hackathon educativo, que se compone de tres fases: la preparación de un plan detallado, su ejecución durante el evento, y la posterior aplicación de las ideas desarrolladas a la práctica real en el laboratorio. Este enfoque no sólo mejora la comprensión y aplicación de conceptos teóricos, sino que también conecta de manera efectiva con los estudiantes procedentes de formaciones técnicas, que suelen poseer un *bagaje más limitado* en matemáticas y física, acercando la teoría a aplicaciones prácticas que sean relevantes para ellos.

Finalmente, el artículo aborda el impacto y las perspectivas futuras de estas metodologías en la enseñanza de Ingeniería, subrayando el papel fundamental de la innovación docente como poderoso catalizador para la mejora educativa y el incremento de la satisfacción, de la participación, del aprendizaje activo y, en última instancia, del rendimiento estudiantil.

METODOLOGÍA

Tradicionalmente, las sesiones de laboratorio de la asignatura de Electricidad del Grado de Ingeniería Eléctrica en la ETSIADI de la UPV estaban repartida según el esquema siguiente:

Sesión 1: Medición de incertidumbres directas.

Sesión 2: Propagación de incertidumbres y ajustes.

Sesión 3: Uso del osciloscopio.

Sesión 4: Carga y descarga de un condensador.

Sesión 5: Aplicación de la Ley de Ohm.

Sesión 6: Caracterización de un diodo.

Sesión 7: Circuito RLC en serie. Resonancia.

La introducción de tecnologías innovadoras en las prácticas de laboratorio ha mostrado incrementar la motivación y la valoración promedio de estas sesiones en las encuestas estudiantiles. Por ejemplo, en la asignatura de Física para Ingeniería Mecánica, ofrecimos a los estudiantes la opción de realizar una práctica (el estudio de la Ley de Hooke mediante el uso de un muelle) de manera tradicional o empleando sus propios móviles como sensores de aceleración para analizar el movimiento armónico simple. A pesar de su mayor complejidad, un 85% del alumnado optó por la segunda opción, como prueba de una clara preferencia por enfoques no tradicionales y que introduzcan elementos novedosos, los cuales parecen motivar a los estudiantes a superar los desafíos involucrados.

En un experimento similar, en otras asignaturas de Física del grado de Ingeniería del Diseño en la ETSIADI, dividimos al alumnado en dos grupos; uno realizó la práctica del muelle de forma tradicional y el otro con el uso del móvil. Una encuesta posterior mostró un mayor grado de satisfacción en el grupo que utilizó la tecnología móvil (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de encuestas realizadas para la práctica del muelle del modo tradicional y con el móvil. Valoración sobre 10.

Pregunta	Tradicional	Smartphone
1. La práctica se adecua a la temática general de la asignatura.	7,6	9,0

2. Los objetivos a conseguir se han indicado claramente al inicio de la práctica.	7,1	8,3
3. El tiempo disponible para realizar la práctica es adecuado.	6,3	5,9
4. La metodología empleada y las actividades realizadas son adecuadas.	6,6	8,2
5. El material utilizado me ha resultado motivador.	5,8	8,2
6. Me ha sorprendido el procedimiento de medida.	4,9	8,1
7. El profesor ha resuelto las dudas con claridad y precisión.	6,5	8,5
8. Esta práctica me ha resultado más interesante que las anteriores	5,7	8,1
9. Mi valoración general de la práctica es buena.	6,8	8,5

Nuestros resultados son coherentes con los hallazgos de numerosos estudios anteriores, los cuales destacan un aumento en la motivación estudiantil cuando se incorporan nuevas tecnologías en los métodos de enseñanza (Altaf et al., 2019; García & Yousef, 2022; Lee & Hung, 2016). Además, en los últimos años, se ha hecho hincapié el uso del método Hackathon como plataforma para conectar problemas reales con el entorno académico, fomentando habilidades esenciales y el trabajo en equipo (Kohne & Wehmeier, 2020).

Como se ha mencionado anteriormente, el método Hackathon se estructura en tres fases distintas:

1. Preparación de un plan detallado.
2. Aplicación del plan durante el evento.
3. Transferencia de las ideas desarrolladas a un producto final evaluado.

Siguiendo esta metodología, hemos incorporado sesiones de Hackathon en la asignatura de Electricidad, donde los estudiantes compiten para diseñar un prototipo de circuito pasa banda (un filtro de señales). Esta competición, alineada con los conceptos introducidos en cada sesión de laboratorio y previamente trabajados en clase, no sólo mejora la comprensión y aplicación de estos conceptos, sino que también motiva a los estudiantes a aplicar sus conocimientos de manera práctica y relevante.

En términos prácticos, para mejorar la integración de los conceptos y para poder aplicar de manera efectiva la metodología Hackathon, se ha modificado el contenido de algunas de las sesiones de laboratorio mencionadas anteriormente. En particular, las dos últimas sesiones se han enfocado a la realización de un circuito pasa banda con unas características bien determinadas. Las modificaciones han llevado a una nueva organización de las sesiones de laboratorio, según el siguiente esquema:

- Sesión 1: Medidas e incertidumbres.
- Sesión 2: Instrumentación.
- Sesión 3: Ley de Ohm.
- Sesión 4: Carga y descarga de un condensador.
- Sesión 5: Circuito RLC. Resonancia.
- Sesiones 6 y 7: Hackathon.

En estas dos últimas sesiones se han proporcionado a los estudiantes un conjunto de resistencias, bobinas y condensadores, junto con una placa *prototipo*, un tablero que permite la realización de circuitos complejos mediante conexiones sencillas entre sus elementos y sin la necesidad de soldaduras. También se ofreció a los estudiantes una breve introducción en la cual se detallaron las especificaciones técnicas requeridas (frecuencia de resonancia y ancho de banda). Finalmente, los prototipos resultados del trabajo de los diferentes grupos se

evaluaron según su diseño, montaje y aproximación a los valores requeridos en las especificaciones.

RESULTADOS

Para medir el impacto de la introducción de la metodología Hackathon sobre la percepción de la asignatura de Electricidad por parte de los estudiantes y evaluar sus resultados educativos se ha hecho uso de una encuesta anónima y voluntaria estructurada en cinco secciones:

1. Evaluación general de la práctica.
2. Contenido y claridad.
3. Interés y *engagement*.
4. Dificultad y apoyo.
5. Comentarios y sugerencias.

Cada una de las distintas secciones ha sido diseñada para abordar aspectos específicos de la experiencia del alumnado y distintos objetivos evaluativos, como se detalla a continuación.

Sección 1: Evaluación General

- 1.1. ¿Cómo calificarías tu nivel general de satisfacción con el hackathon de la asignatura de Electricidad?
- 1.2. ¿Cómo calificarías tu nivel general de satisfacción con las prácticas de laboratorio de la asignatura de Electricidad?
- 1.3. ¿Cumplió el hackathon tus expectativas?

Objetivo: Esta sección buscó obtener una valoración general de la experiencia de los estudiantes con el Hackathon, explorando su grado de satisfacción y el interés despertado por la iniciativa.

Sección 2: Claridad y Relevancia.

- 2.1. ¿Las instrucciones del hackathon fueron claras y fáciles de seguir?
- 2.2. ¿El problema propuesto te pareció relevante para tu aprendizaje en la asignatura de Electricidad?

Objetivo: Determinar la adecuación del Hackathon en términos de claridad y relevancia, identificando posibles áreas de mejora en la implementación.

Sección 3: Interés y Motivación.

- 3.1. ¿Qué tan interesante encontraste la realización del hackathon?
- 3.2. ¿La realización del hackathon te motivó a aprender más sobre el tema?

Objetivo: Evaluar cómo la realización del Hackathon influyó en el interés y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje del tema.

Sección 4: Dificultad y Apoyo

- 4.1. ¿Cómo calificarías el nivel de dificultad del problema planteado en el hackathon?
- 4.2. ¿Recibiste suficiente apoyo y orientación durante la realización de este hackathon?

Objetivo: Analizar la percepción de dificultad del Hackathon y el nivel de apoyo proporcionado, para considerar ajustes futuros en la provisión de recursos y asistencia.

Sección 5: Comentarios y Sugerencias.

- 5.1. ¿Qué aspectos de la práctica te gustaron más y por qué?
- 5.2. ¿Qué cambios o mejoras sugerirías para esta práctica?

Objetivo: Ofrecer a los estudiantes un espacio para expresar sus opiniones personales y sugerencias sobre los aspectos positivos y áreas de mejora del Hackathon.

Las primeras cuatro secciones contaron con preguntas cuantitativas para una evaluación sistemática, mientras que la última sección permitió recopilar comentarios cualitativos directamente del alumnado. Aquí, se recibieron comentarios alabando la iniciativa, tales como, “Un proyecto abierto es exactamente lo que necesitamos para aplicar todo lo que hemos visto en clase, además de ser divertido.” También había comentarios con sentido crítico, “Hubo falta de algo más de tiempo para poder rematar y ultimar detalles del proyecto” o “Más prácticas de este tipo”. Los resultados cuantitativos de estas encuestas se encuentran resumidos en la Tabla 2.

Los resultados numéricos obtenidos en las encuestas confirman que la evaluación de estas sesiones por parte del alumnado fue altamente positiva y que el cambio de metodología influyó de manera muy favorable sobre su percepción de la asignatura, sobre su relevancia y sobre la comprensión de los contenidos. Además, los resultados ratifican una mejora de la motivación de los estudiantes y de la autoevaluación de su propio aprendizaje. Finalmente, las encuestas destacan una opinión muy positiva del alumnado con respecto a implicación del equipo docente y a la implementación práctica del Hackathon por parte del mismo.

Tabla 2. Valoración a las preguntas realizadas en la encuesta, donde 5 es muy satisfecho y 0 es muy insatisfecho.

Pregunta	Valoración (sobre 5)
¿Cómo calificarías tu nivel general de satisfacción con el hackathon de la asignatura de Electricidad?	3,8
¿Cómo calificarías tu nivel general de satisfacción con las prácticas de laboratorio de la asignatura de Electricidad?	3,5
¿Cumplió el hackathon tus expectativas?	3,9
¿Las instrucciones del hackathon fueron claras y fáciles de seguir?	3,3
¿El problema propuesto te pareció relevante para tu aprendizaje en la asignatura de Electricidad?	4,1
¿Qué tan interesante encontraste la realización del hackathon?	4,1
¿La realización del hackathon te motivó a aprender más sobre el tema?	4,0
¿Cómo calificarías el nivel de dificultad del problema planteado en el hackathon?	3,5
¿Recibiste suficiente apoyo y orientación durante la realización de este hackathon?	3,6
Valoración promedio	3,8

CONCLUSIONES

En este artículo se han detallado la implementación y los resultados de la metodología Hackathon en las prácticas de laboratorio de la asignatura de Electricidad del Grado en Ingeniería Eléctrica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y del Diseño Industrial de la Universitat Politècnica de València. Dicha metodología se basa en fomentar una competición entre equipos de estudiantes en desarrollar, en el ámbito mismo de la asignatura, un prototipo de circuito con unas especificaciones bien definidas (en el caso específico, un filtro pasa-banda con parámetros dados). A finales de curso, los diferentes grupos de trabajo presentan el resultado de su colaboración y la evaluación está basada en la solución aportada, la adherencia del prototipo a las especificaciones requeridas y en la calidad de la presentación.

La metodología Hackathon se ha implementado modificando de manera sustancial la distribución y el contenido de las sesiones de laboratorio que se venían impartiendo anteriormente para adaptar el temario y acomodar dos de las sesiones a la ejecución de las tareas específicas del Hackathon.

La evaluación de la asignatura por parte de los estudiantes por medio de encuestas anónimas ha confirmado que la introducción de la metodología Hackathon ha influido

favorablemente sobre la percepción de la asignatura y sobre la comprensión de los contenidos, además de despertar el interés del alumnado en ampliar de manera autónoma sus conocimientos sobre los temas tratados.

REFERENCIAS

- Altaf, A., Hassan, I. E., & Batool, S. (2019). The role of ORIC in the evolution of the triple helix culture of innovation: The case of Pakistan. *Technology in Society*, 56, 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.09.014>
- Chau, C. W. & Gerber, E. M. (2023). On Hackathons: A Multidisciplinary Literature Review. *CHI '23: Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* 637, 1–21. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581234>
- Garcia, M. B., & Yousef, A. M. F. (2022). Cognitive and affective effects of teachers' annotations and talking heads on asynchronous video lectures in a web development course. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 18, 1–23. <https://doi.org/10.58459/rptel.2023.18020>
- Happonen, A., Tikka, M., y Usmani. U. A. (2021). A systematic review for organizing hackathons and code camps in Covid-19 like times: Literature in demand to understand online hackathons and event result continuation. In *2021 International Conference on Data and Software Engineering (ICoDSE)*. 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICoDSE53690.2021.9648459>
- Kohne, A., & Wehmeier, V. (2020). *Hackathons: from idea to successful implementation*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58839-7>
- Lee, S.-S., & Hung, D. (2016). A socio-cultural perspective to teacher adaptivity: The spreading of curricular innovations in Singapore schools. *Learning: Research and Practice*, 2(1), 64–84. <https://doi.org/10.1080/23735082.2015.1132862>
- Sans, J. A., Giménez, M. H., Salinas, I., Manjón, F. J., Cuenca-Gotor, V. P., Monsoriu-Serra, J. A. y Gomez-Tejedor, J. A. (2016). Smartphone for Teaching Experimental Physics. *INTED2016: 10TH International Technology, Education and Development Conference*. 1580-1588.

EMID P04 Aproximaciones a las metodologías ágiles aplicadas al desarrollo de proyectos de diseño.

Mónica Val Fiel^a

^aDepartamento de Expresión Gráfica Arquitectónica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial. *Universitat Politècnica de València*. movalfie@ega.upv.es

Abstract

This communication presents a teaching innovation experience carried out within the Educational Innovation and Improvement Projects of the Polytechnic University of Valencia. The objective of the innovation presented here is to implement the use of agile methodologies, widely recognized in the software industry, in the context of designing ephemeral installations, aiming to enhance learning and motivation. The project is in its first year of implementation.

Keywords: Project Based Learning (PBL), Agile methodologies, Design Projects, *Scrum*

Resumen

Esta comunicación presenta una experiencia de innovación docente realizada en el seno de los Proyectos de Innovación y Mejora Educativa de la *Universitat Politècnica de València*. El objetivo de la innovación que se presenta consiste en implementar el uso de metodologías ágiles, de extenso reconocimiento en la industria del software, en el contexto de diseño de instalaciones efímeras, para mejorar el aprendizaje y la motivación. El proyecto se encuentra en su primer año de implementación.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Metodologías ágiles, Proyectos Diseño, *Scrum*

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Las metodologías ágiles, provenientes de la industria de desarrollo de software, están basadas en el desarrollo iterativo, donde los requisitos y las soluciones evolucionan mediante la colaboración de equipos con capacidad de autogestionarse. Son metodologías diseñadas para la adaptabilidad y flexibilidad, donde cada miembro del equipo contribuye a la solución y el logro de los objetivos buscando la mejora continua.

Las metodologías ágiles han sido objeto de incursiones fuera del ámbito del desarrollo de software, que demuestran su eficiencia y eficacia en otros contextos laborales, como en el de la Construcción y en el de la aeronáutica. Además, existen referencias que avalan su implementación en los contextos universitarios (Villavicencio et al., 2017), en ciencias económicas (Gómez, 2020) y por supuesto en el ámbito de la informática (Torres, 2013). Por todo ello, se considera que su aplicación en el contexto del diseño será adecuado y beneficioso.

Dentro de las metodologías ágiles, una de las más utilizadas en el contexto educativo es *Scrum*.

Esta metodología define un marco de trabajo mediante una serie de principios, prácticas y valores. El trabajo en equipo de la forma tradicional es cada vez menos eficiente, y en el contexto del diseño para proyectos espaciales de envergadura, es esencial una interacción fluida por parte de sus integrantes. El diseño colaborativo y la autogestión por parte del grupo de trabajo, como características inherentes de *Scrum* permitirá guiar al estudiante en la dirección del proceso, estableciendo una secuencia de relaciones e interacciones, y cuantificar el trabajo desarrollado por cada uno de los integrantes el equipo.

El objetivo general es aplicar *Scrum* en el contexto del diseño de instalaciones efímeras

que se implantan en el espacio público, para mejorar el aprendizaje y la motivación.

En el contexto de la asignatura, el proyecto introduce dos objetivos específicos:

- Aplicar técnicas de gestión de procesos para la agilización de tiempos en la concepción y producción del proyecto, potenciando por una parte la transparencia, inspección y adaptación del proceso y por otra la gestión eficiente de tareas, con la correspondiente priorización y acotación de tiempos.

- Incorporar técnicas de aprendizaje colaborativo y autoorganizado para potenciar la participación activa e integral del grupo.

Esta comunicación recoge la implementación *Scrum*, en el seno de la asignatura *Diseño y Espacio Público* del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial de la Universitat Politècnica de València, en el marco del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (expediente PIME/23-24/365. PIME-E cod.1934) *Metodologías ágiles aplicadas al desarrollo de proyectos de diseño* (MAPDIS).

METODOLOGÍA

La unidad fundamental de *Scrum* es un pequeño equipo de personas, un equipo *Scrum* (Schwaber, 2004). El equipo *Scrum* consta de un propietario de producto (*Product Owner*), que será el profesor responsable de la asignatura, un *Scrum Master*, que lo desarrollará el profesor de dirección de proyecto, y los diseñadores. El propietario del producto (*Product Owner*) ordena el trabajo de un problema complejo en un *product backlog* (desglose priorizado de tareas del proyecto a desarrollar). El equipo tiene como objetivo el diseño de una instalación, con unos requisitos específicos.

El *backlog* de *Scrum* tendrá que ser estimado por los participantes en la aplicación de gestión del proyecto. Una vez estimada la dificultad de las tareas, se planifican en *sprints*, que constituyen periodos de tiempo de duración limitada en el que el equipo trabajará para completar las tareas establecidas.

Para el seguimiento del proceso será necesario un tablero de tareas *Kanban* donde organizar las tareas. Este tablero muestra las tareas en curso dentro del *sprint*, indicando el estado se encuentran, y proporciona una información clara del flujo de trabajo.

Uno de los retos principales del proceso consiste en el desglose de *historias de usuario* (*backlog*) adaptado al perfil de los estudiantes del grupo. Los trabajos a realizar se enuncian como *historias de usuario*, que definen de forma clara cuáles son las tareas a realizar y los criterios de aceptación para comprobar que se han completado correctamente. El *product backlog* es una lista priorizada de todas las funcionalidades, mejoras y correcciones que deben realizarse en el proyecto. El equipo descompone las historias de usuario en tareas más pequeñas y manejables por el equipo.

El proyecto se planteará en forma de enunciado progresivo, que va ampliándose a medida que se van superando las iteraciones. En el contexto de la asignatura, la metodología *Scrum* se realizarán tres iteraciones o *sprints* (de 4 semanas cada uno de ellos), coincidiendo con tres entregables correspondientes a la culminación de los distintos bloques de contenidos que

establece la asignatura. El *sprint* constituye un contenedor temporal para el desarrollo todos los eventos.

Todo el trabajo necesario para alcanzar el objetivo del producto, el diseño de la instalación, incluyendo la planificación (*sprint planning*), *daily Scrums* (*weekly Scrum*), revisión del *sprint* (*sprint review*) y la retrospectiva (*sprint retrospective*), ocurren dentro del *sprints*. Los *sprints* permiten la adaptación del progreso hacia el objetivo que es el diseño de la instalación. Cada *sprint* puede considerarse un proyecto corto.

Para la implementación del proyecto, será necesario el uso de una aplicación informática para la gestión del proyecto, que permita introducir las tareas a realizar junto con su priorización y una estimación del esfuerzo que requieren. Las **estimaciones** ayudan al equipo a planificar y priorizar el trabajo en función de la complejidad y el esfuerzo requerido para completar cada historia de usuario. Esto permite una asignación más precisa de recursos y tiempo. Las estimaciones proporcionan una base para prever cuánto tiempo llevará completar el trabajo.

Actualmente el PIME se encuentra en una fase inicial de experimentación con lo que una valoración temprana puede reconducir los esfuerzos aplicados. Se procede a identificar las herramientas que caracterizan a la metodología ágil utilizada y que se sintetizan en la tabla 1.

Tabla 1. Herramienta
SCRUM

Herramientas
1. BACKLOG. Conjunto de historias de usuario en las que se desglosa el proyecto. Lista priorizada de todas las funcionalidades que deben realizarse en un proyecto
2. DAILY (Weekly). Reuniones diarias (en el caso de la asignatura semanales) de dirección y seguimiento. El objetivo principal del <i>Daily Scrum</i> es coordinar al equipo y mantenerlo enfocado en el progreso hacia el objetivo del Sprint. Proporciona una oportunidad para la sincronización diaria, la planificación del trabajo y la identificación de posibles impedimentos.
3. SPRINT. Periodo temporal que agrupa Historias de usuario/tareas. Durante el <i>Sprint</i> , el equipo se enfoca en completar un conjunto de funcionalidades del <i>Product Backlog</i> , trabajando en ellas de principio a fin y entregando un producto potencialmente utilizable al final del <i>sprint</i> .
4. ESTIMACIONES. Carga de trabajo que se agrupa en un sprint. Las estimaciones suelen realizarse utilizando unidades relativas de medida de dificultad, como puntos de historia, en lugar de estimaciones de tiempo específicas.
5. REVIEW/RETROSPECTIVE. Reunión al finalizar un <i>Sprint</i> . La revisión retrospectiva tiene como objetivo principal permitir que el equipo de <i>Scrum</i> reflexione sobre el sprint que acaba de finalizar, identifique qué salió bien, qué podría mejorarse y cómo hacer ajustes para el próximo <i>sprint</i> .

RESULTADOS

Con el fin de introducir cambios y mejoras en la implementación la metodología, aunque en una fase incipiente de desarrollo, se ha pasado en la asignatura un cuestionario al alumnado matriculado en el presente curso académico 2023-24. La población es de 30 alumnos matriculados y el muestreo que se obtuvo fue de 25 encuestas evidenciando las preferencias de la experiencia de aula. Para conseguir una primera aproximación de la opinión del alumnado se ha utilizado una técnica de *Análisis de Importancia-Valoración (Importance- Performance Analysis (IPA)-* Martilla y James, 1977). Gráficamente, el análisis de Importancia- valoración se representa como muestra la figura 1. En el eje de ordenadas se representan las importancias mientras que el eje de abscisas se corresponde con el grado de valoración de la satisfacción.

Las valoraciones medias de importancia y satisfacción obtenidas para cada herramienta (tabla 2) se disponen en la representación biaxial. Las puntuaciones medias describen la importancia que los usuarios conceden a cada uno de las herramientas *Scrum* que configuran la metodología ágil, y la valoración y grado de satisfacción que hacen de estos tras haberlos experimentados.

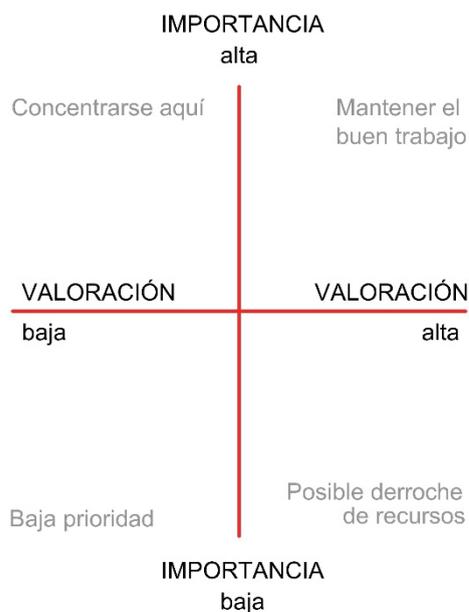


Fig. 1. Representación clásica del Análisis de Importancia-Valoración (Martilla y James, 1977).

Tabla 2. Descriptivos para las 5 herramientas de Scrum

Herramientas	Valoración	Importancia	Diferencia
1. BACKLOG	5,4	6	-0,6
2. DAILY (Weekly)	5,56	6,32	-0,76
3. SPRINT	5,72	6,36	-0,64
4. ESTIMACIONES	4,12	5,02	-0,9
5. REVIEW/RETRO	5,4	7,12	-1,72
Media	5,24	6,164	

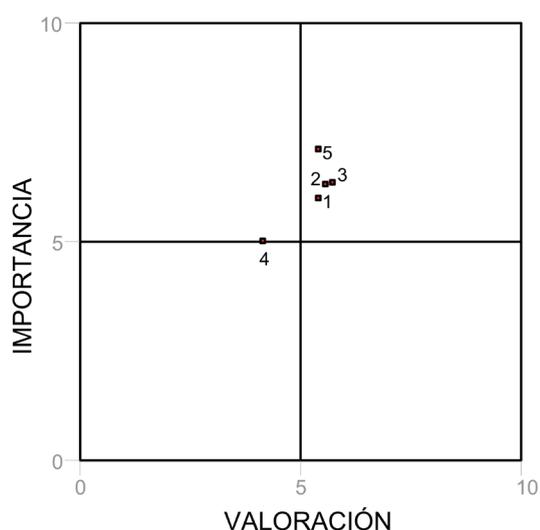


Fig. 2. Representación clásica del Análisis de Importancia-Valoración en el proyecto

Algunas interpretaciones como las investigaciones de Sethma (1982) inciden en las diferencias entre la importancia y la satisfacción. Sethma concluye que cuanto mayor es la diferencia entre estas puntuaciones, a favor de la importancia, mayor es la insatisfacción del usuario, y como consecuencia se destaca la importancia de actuar sobre ese atributo.

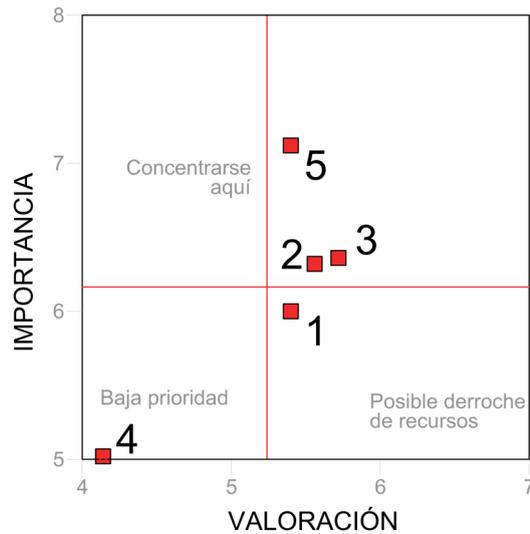
Por otra parte, Martilla y James (1977) determinan que unos de los problemas asociados al análisis es la indeterminación de la colocación de los ejes. Sobre estas cuestiones diversas

investigaciones han propuesto distintos métodos de recolocación de los ejes, en función de las puntuaciones obtenidas (Abalo et al, 2007).

Ya que el análisis identifica niveles de importancia/satisfacción relativos, reposicionar los ejes en distintos puntos puede conducir a diversas interpretaciones. La mayor parte de los estudios optan finalmente por colocar los ejes en la media de las puntuaciones obtenidas. Así de esta manera, los ejes de ordenadas y abscisas se disponen en las medias obtenidas, como muestran la figura 3 (Valoración= 5,24; Importancia=6,164; véase tabla 2).

Con este mecanismo se redistribuyen de un modo equitativo las cinco herramientas en los cuatro cuadrantes y se consigue con ello una visión general del conjunto de herramientas que definen la metodología. Sin embargo, no debemos de olvidar que todos ellos son susceptibles de mejora.

Fig. 3. Situación de los ejes en la media de la Valoración (5,24) y de la Importancia (6,164)



CONCLUSIONES

En resumen, la implementación de *Scrum* en un entorno educativo proporciona una oportunidad valiosa para que los estudiantes adquieran habilidades prácticas en gestión de proyectos colaborativos, al tiempo que trabajan en proyectos significativos y relevantes para su aprendizaje.

En términos generales los alumnos afirman que la experiencia de implementación de *Scrum* ha contribuido favorablemente a organizar el trabajo (84%) y en menor medida las opiniones se diversifican y consideran que es útil para mejorar la colaboración entre compañeros (20%), para centrarse en los objetivos del proyecto (36%), para priorizar las tareas (20%) y para hacer seguimiento de las dedicaciones (20%).

Revisando las valoraciones obtenidas en la tabla 2, se concluye que es inminente actuar sobre las reuniones *Review/Retro* ya que ha sido considerado por los usuarios como uno de los artefactos más importantes, y con la mayor discrepancia alcanzada. Esta misma conclusión resulta de la representación gráfica, ya que el punto 5, se encuentra en una posición crítica siguiendo las consideraciones por cuadrantes de Martilla y James (1977).

A la vista de la representación, también se considera importante implementar alguna acción de mejora y actuar en la estimación y las dedicaciones de cada una de las historias de usuario.

El proyecto se encuentra en una fase incipiente de su desarrollo y no es posible determinar si el cambio de metodología introduce un cambio o mejora en el aprendizaje. El objetivo último es conocer si las metodologías ágiles funcionan, o no, en el contexto de proyectos de diseño. Sin embargo, la experiencia en esta fase inicial ha identificado ya puntos débiles que serán trabajados para el siguiente curso.

REFERENCIAS

Abalo, J., Varela, J., & Manzano, V. (2007). Importance values for Importance–Performance Analysis: A formula for spreading out values derived from preference rankings. *Journal of Business Research*, 60(2), 115-121.

Martilla, J. A., & James, J. C. (1977). Importance-performance analysis. *Journal of marketing*, 41(1), 77-79.

Gómez, S. M. (2020). Aplicación de las Metodologías Ágiles al proceso de enseñanza-aprendizaje universitario. *Revista d'Innovació Docent Universitària*, 62-73.

Sethna, B. N. (2015). *Extensions and testing of importance-performance analysis*. In Proceedings of the 1982 Academy of Marketing Science (AMS) Annual Conference (pp. 327-331). Cham: Springer International Publishing.

Sutherland, J., & Schwaber, K. (2013). *The Scrum guide. The definitive guide to Scrum: The rules of the game*. Scrum.org, 268, 19.

Torres, P. L., & Gramaje, M. P. (2013). Una estrategia para la enseñanza de metodologías ágiles. Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. Castelló de la Plana.

Villavicencio, M., Narvaez, E., Izquierdo, E., & Pincay, J. (2017). *Learning Scrum by doing real-life projects*. In 2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 1450-1456). IEEE.

EMID P05 Desarrollo de un laboratorio virtual para el estudio de circuitos RLC

Adrián Garmendía Martínez^{1, *}, Francisco Misael Muñoz Pérez², Juan Carlos Castro Palacio¹, Juan Antonio Monsoriu Serra¹

¹Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, 46022 València, España.

² Institut Universitari de Ciència dels Materials (ICMUV), Universitat de València, 4100, Burjassot, España.

*agarm13a@upvnet.upv

Abstract

This work presents a virtual laboratory developed in MATLAB software that allows the study of series RLC circuits in direct or alternating current. The laboratory has a graphical user interface that allows students to explore different virtual experiments by modifying input parameters such as the type of output signal from the source, its frequency, resistance, capacity, inductance and the initial conditions of the circuit. The simulation returns as results the temporal evolutions of the source voltage, the circuit current and the voltages in the capacitor and the inductor. In this way, an interactive platform is provided that facilitates the understanding of key phenomena and concepts in the theory of electrical circuits, such as the charging and discharging of a capacitor and the resonance condition of an RLC circuit.

Keywords: RLC circuit, virtual laboratory, graphical interface.

Resumen

En este trabajo se presenta un laboratorio virtual desarrollado en el software MATLAB que permite el estudio de circuitos RLC en serie en corriente directa o alterna. El laboratorio cuenta con una interfaz gráfica de usuario que permite a estudiantes explorar diferentes experimentos virtuales modificando parámetros de entrada como el tipo de señal de salida de la fuente, su frecuencia, la resistencia, la capacidad, la inductancia y las condiciones iniciales del circuito. La simulación devuelve como resultados las evoluciones temporales del voltaje de la fuente, la corriente del circuito y de los voltajes en el capacitor y el inductor. De esta forma se proporciona una plataforma interactiva que facilita la comprensión de fenómenos y conceptos clave en la teoría de circuitos eléctricos, como la carga y descarga de un condensador y la condición de resonancia de un circuito RLC.

Palabras clave: Circuito RLC, laboratorio virtual, interfaz gráfica.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La enseñanza de temas científicos a través de entornos virtuales ha surgido como una herramienta poderosa para ofrecer a los estudiantes la oportunidad de aprender de manera interactiva y práctica [1,2]. Al permitirles interactuar con laboratorios virtuales y explorar diferentes situaciones, se facilita la comprensión de conceptos científicos y el análisis rápido de resultados, promoviendo un aprendizaje más profundo y significativo [3].

El comportamiento de circuitos RLC es un tema muy estudiado en carreras de ingeniería y de física debido a sus múltiples aplicaciones como circuitos osciladores. Un circuito RLC no es más que una red eléctrica constituida por una resistencia (R), un inductor (L) y un capacitor (C) conectados en serie en paralelo. Los receptores de radio y los televisores los utilizan para sintonizar y seleccionar un rango de frecuencia estrecho de las ondas de radio ambientales. En esta función, el circuito a menudo se denomina sintonizador. Un circuito RLC se puede utilizar como filtro de paso de banda, filtro de eliminación de banda, filtro de paso bajo o filtro de paso

alto [4]. La aplicación de sintonización, por ejemplo, es un ejemplo de filtrado de paso de banda. Otras aplicaciones incluyen la magnificación de voltaje (circuitos RLC en serie) o de corriente (circuitos RLC en paralelo), y el calentamiento por inducción [5].

En este contexto, se desarrolló un laboratorio virtual para el estudio del comportamiento de un circuito RLC. Este laboratorio virtual cuenta con una interfaz gráfica desarrollada en MATLAB [6], donde el usuario puede definir los valores de una serie de parámetros que caracterizan el circuito con el fin de estudiar una gran variedad de situaciones posibles. Además, permite que los estudiantes puedan analizar la evolución temporal de la corriente y de la diferencia de potencial en los componentes del circuito, tanto en corriente alterna como en corriente directa. Este recurso busca enriquecer la comprensión de varios fenómenos de la física como la resonancia o la carga y descarga de un capacitor, a través de un laboratorio virtual, ofreciendo una experiencia educativa interactiva y práctica.

METODOLOGÍA

El empleo de laboratorios virtuales para la enseñanza de conceptos de diversas disciplinas científicas ha tomado relevancia debido a las ventajas que ofrece. Permite a los estudiantes un acercamiento práctico a partir de un escenario digital. Los laboratorios virtuales flexibilizan el proceso de enseñanza al permitir a los estudiantes simular distintos escenarios con diferentes combinaciones de parámetros de forma controlada. Este trabajo presenta la creación de un laboratorio virtual desarrollado en el software MATLAB para la simulación de un circuito RLC (ver Figura 1) [7]. A continuación, se explicarán los parámetros de entrada que el usuario debe definir en este laboratorio, así como los resultados que arroja el laboratorio de la simulación.

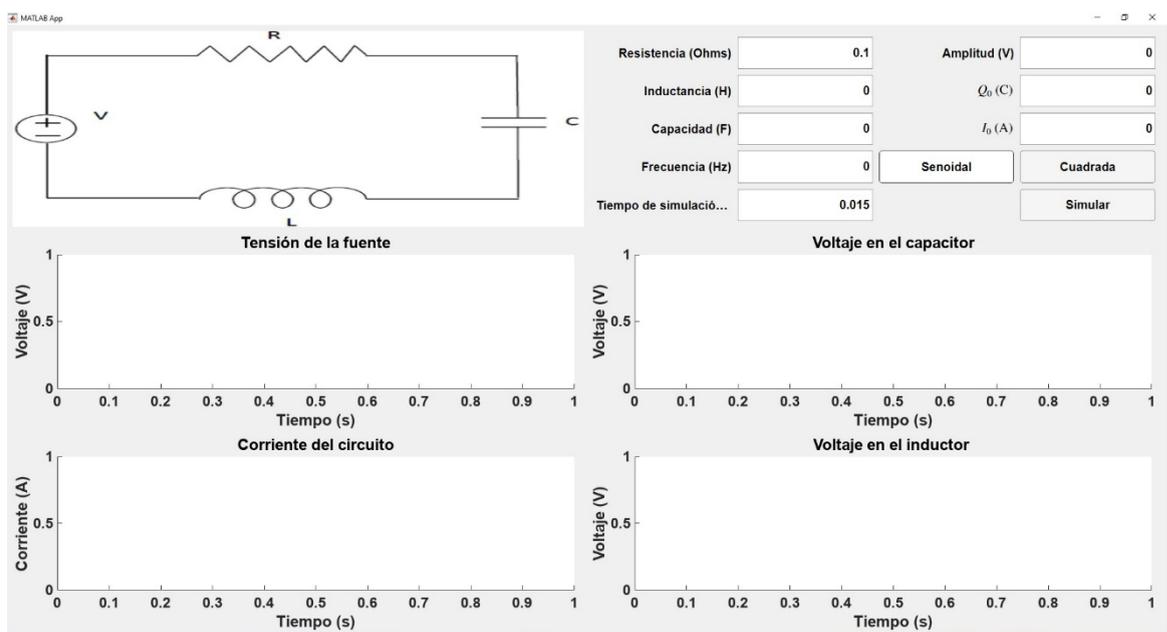


Figura 1. Interfaz gráfica del laboratorio virtual para el estudio del circuito RLC.

Parámetros de entrada

El laboratorio virtual permite al estudiante modificar una serie de parámetros que caracterizan al circuito eléctrico que se estudia. Estos parámetros son la resistencia, la inductancia de la bobina, la capacidad del condensador, la frecuencia y amplitud de la señal de la fuente de voltaje y el intervalo de tiempo en que se quiere analizar. Como un circuito RLC está caracterizado por una ecuación diferencial de segundo orden el usuario también debe definir dos condiciones iniciales: una para la carga del condensador (Q_0) y otra para la corriente (I_0). Además, se pueden elegir entre dos tipos de señales de salida de la fuente: senoidal y cuadrada. De esta forma se puede estudiar este tipo de circuito en corriente directa eligiendo el tipo de señal cuadrada y estableciendo una frecuencia muy baja.

Resistencia (Ohms)	<input type="text" value="0.1"/>	Amplitud (V)	<input type="text" value="0"/>
Inductancia (H)	<input type="text" value="0"/>	Q_0 (C)	<input type="text" value="0"/>
Capacidad (F)	<input type="text" value="0"/>	I_0 (A)	<input type="text" value="0"/>
Frecuencia (Hz)	<input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="Senoidal"/>	<input type="button" value="Cuadrada"/>
Tiempo de simulación (s)	<input type="text" value="0.015"/>	<input type="button" value="Simular"/>	

Figura 2. Parámetros de entrada para la simulación del circuito RLC.

Parámetros de salida

Una vez que el usuario haya establecido todos los parámetros de entrada el laboratorio virtual mostrará los resultados de la simulación en la forma de cuatro gráficas una vez pulsado el botón *Simular*. Estas gráficas corresponden a las evoluciones temporales de la tensión de la fuente, la corriente del circuito y la diferencia de potencial entre los bornes del capacitor y del inductor (ver Figura 3).

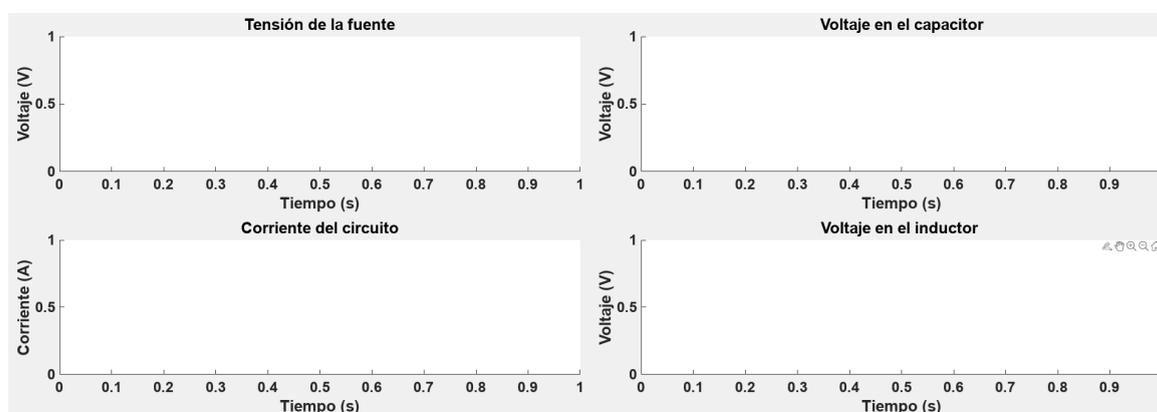


Figura 3. Sección de la interfaz gráfica donde se muestran los resultados de la simulación del circuito RLC.

RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de algunas simulaciones obtenidos a través del laboratorio virtual desarrollado. Para ello se eligieron algunas situaciones correspondientes a prácticas de laboratorio comunes de estudiantes de primer año de ingenierías. El primer caso que se muestra es el estudio de la carga y descarga de un condensador en un circuito RC conectado a un generador de funciones que produce una señal cuadrada con una frecuencia y amplitud determinadas. Para este ejemplo se eligió el valor de resistencia de 1057Ω , la capacidad de 10 nF , la carga inicial del capacitor $Q_0 = 0 \text{ C}$, el tiempo de simulación de 0.00066 s , así como el tipo de señal cuadrada con una amplitud de 3 V y una frecuencia de 7500 Hz . Como en este tipo de circuitos no hay ningún elemento inductor se le da valor 0 a la inductancia. La figura 4 muestra los resultados de la simulación para este ejemplo obtenidos con el laboratorio virtual. Se pueden observar las curvas de carga y descarga del condensador y la variación de la corriente en el tiempo. El usuario puede estudiar cómo afectan cada uno de los parámetros del circuito a dichas curvas.

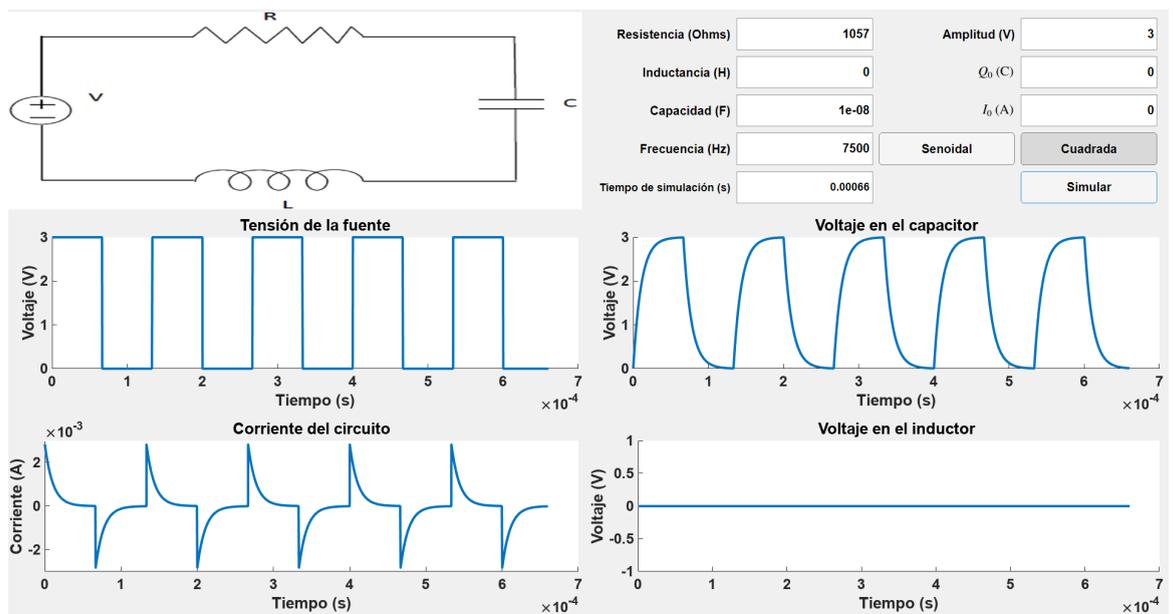


Figura 4. Simulación de un circuito RC para el estudio de la carga y descarga de un condensador.

Otro escenario de interés para los estudiantes es el circuito RLC en resonancia. La resonancia en los circuitos AC se produce a una frecuencia especial determinada por los valores de la capacidad y la inductancia. La condición de resonancia de un circuito RLC en serie se puede verificar fácilmente en este laboratorio virtual. Sea un circuito RLC donde la resistencia es de 10Ω , la capacidad de 2 nF y la inductancia de $5 \mu\text{H}$, conectado a una fuente de corriente alterna. Con estos valores la frecuencia de resonancia debe ser de 1591.5 kHz , satisfaciendo la expresión teórica $f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$, donde f_r es la frecuencia de resonancia, L la inductancia y C la capacidad. Introduciendo estos parámetros en la interfaz gráfica junto a una amplitud de 2 V y condiciones iniciales nulas, el laboratorio arroja los resultados que se muestran en la figura 5. Se puede apreciar que la tensión de la fuente y la corriente del circuito oscilan con un desfase prácticamente nulo, mientras que los voltajes en el inductor y en el capacitor oscilan con un desfase de π radianes, cancelándose entre ellos en todo instante de tiempo.

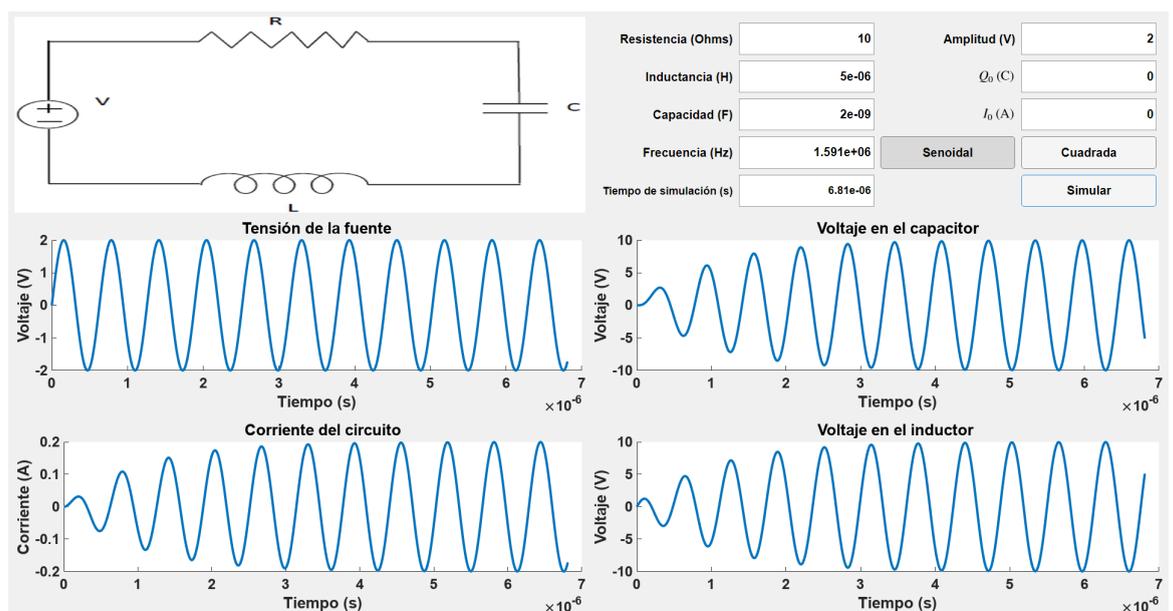


Figura 5. Simulación de un circuito RLC en resonancia.

Los casos mostrados anteriormente, son solo algunos de los experimentos virtuales posibles, sin embargo, el laboratorio virtual permite al usuario simular otros escenarios al

modificar los parámetros de entrada. Otros casos de estudio que pueden ser de interés para los estudiantes son los circuitos RC y RL en corriente alterna y las oscilaciones eléctricas libres sub amortiguadas, sobre amortiguadas y críticamente amortiguadas.

CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un laboratorio virtual para el estudio de circuitos RLC en corriente alterna o directa. Este laboratorio cuenta con su propia interfaz gráfica que permite al usuario realizar análisis rápidos y modificar los parámetros de manera interactiva. El laboratorio brinda a los estudiantes una herramienta para analizar una amplia gama de escenarios y observar en tiempo real cómo afectan cada uno de los parámetros como la resistencia, la capacidad, o la inductancia, al comportamiento del circuito. Si, además, los estudiantes corroboran los resultados de las simulaciones con los obtenidos en experimentos de prácticas de Física, esto podría ser una experiencia muy enriquecedora en su formación académica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2019-107391RB-I00) y por la Generalitat Valenciana (CIPROM/2022/30), España. A.G.M también agradece el apoyo financiero de la Generalitat Valenciana (GRISOLIAP/2021/121), España. Los autores agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València, España, su apoyo al grupo de innovación docente MSEL.

REFERENCIAS

- [1] Steinberg, R. N. (2000). Computers in teaching science: To simulate or not to simulate?. *Am. J. Phys.* 68 (S1): S37–S41. <https://doi.org/10.1119/1.19517>
- [2] Depcik, C. y Assanis, D.N. (2005), Graphical user interfaces in an engineering educational environment. *Comput. Appl. Eng. Educ.*, 13: 48-59. <https://doi.org/10.1002/cae.20029>
- [3] Vidaurre, A., Riera, J., Giménez, M.H. and Monsoriu, J.A. (2002), Contribution of digital simulation in visualizing physics processes. *Comput. Appl. Eng. Educ.*, 10: 45-49. <https://doi.org/10.1002/cae.10016>.
- [4] CLAMAGIVARD, Antonio. “Circuitos eléctricos para la ingeniería”. Editorial McGraw-Hill, España, 2004..
- [5] CONEJO, Antonio y otros. “Circuitos eléctricos para la ingeniería”. Editorial McGraw-Hill, Aravaca, 2004.
- [6] Matlab r2008a user's guide. the mathworks, The Mathworks, INC. , INC. Natick, MA.USA., 2008.
- [7] GUI Matlab (29 de febrero de 2024) <https://es.mathworks.com/discovery/matlab-gui.html>,

EMID P06 Cálculo de potencia en un circuito RCL serie empleando un Smartphone como generador de funciones

Francisco M. Muñoz-Pérez^{a,*}, Adrián Garmendía-Martínez^b, Juan C. Castro-Palacio^b, y Juan A. Monsoriu^b

^a Institut Universitari de Ciència dels Materials (ICMUV), Universitat de València, 4100, Burjassot, España.

^b Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, 46022 València, España.

*fmmuope1@upvnet.upv.es

Abstract

The use of smartphones as tools for teaching circuits has revolutionized educational practice in this field. Applications such as the Android Physics Sensors Toolbox Suite allow students to turn their mobile devices into function generators and oscilloscopes, respectively, through the audio port. This innovation facilitates the implementation of hands-on experiments with RCL circuits. This work implements a smartphone as a function generator connected to a series RCL circuit for calculating the average power and Q-factor theoretically and experimentally.

Keywords: Smartphone, RCL circuit, resonance, frequency, Q factor.

Resumen

El uso de smartphones como herramientas para la enseñanza de circuitos ha revolucionado la práctica educativa en este campo. Aplicaciones como Android Physics Sensors Toolbox Suite permite a los estudiantes convertir sus dispositivos móviles en generadores de funciones y osciloscopios, respectivamente, a través del puerto de audio. Esta innovación facilita la implementación de experimentos prácticos con circuitos RCL. Este trabajo implementa un smartphone como generador de funciones conectado a un circuito RCL serie para el cálculo de la potencia media y el factor Q de forma teórica y experimentalmente.

Palabras clave: Smartphone, circuito RCL, resonancia, frecuencia, factor Q.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El estudio de circuitos eléctricos en cursos iniciales de física para estudiantes pregrado y grado es un tema presente en cada temario. La enseñanza de circuitos eléctricos es fundamental en la formación de estudiantes de ingeniería eléctrica, electrónica y áreas afines. Estos circuitos son la base de la comprensión del funcionamiento de una amplia gama de dispositivos y sistemas eléctricos. A través de la enseñanza de circuitos RC, RL y RCL, los estudiantes adquieren habilidades para analizar, diseñar y resolver problemas en el ámbito de la electricidad y la electrónica [1,2]. Además, comprenden conceptos clave como voltaje, corriente, resistencia, capacitancia, inductancia y frecuencia, que son fundamentales en el estudio de diferentes grados de ingeniería. Algunos ejemplos acerca de estudio en la enseñanza de estos circuitos contemplan la carga y descarga de un capacitor en un circuito RC o el cálculo de la resistencia interna de un inductor dentro de un circuito RCL [3,4]. En los últimos años, la incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza de estos temas, ha buscado un mejor proceso de aprendizaje y fácil implementación práctica. La implementación de smartphones como osciloscopio o generador de señal se ha convertido en una alternativa en la enseñanza de circuitos. A través de aplicaciones de uso libre como Android Physics Sensors Toolbox Suite o Phyx [6,7], un smartphone puede convertirse en un generador de funciones a través del

puerto de audio. Esta característica permite a los estudiantes implementar un circuito RCL y analizarlo experimentalmente de forma sencilla y portátil [1,5].

En este estudio calculamos la potencia media de un circuito RCL y a partir del ancho de banda de frecuencia $\Delta\omega$ obtenemos el factor Q del circuito. Cuando se estudia el circuito en serie RCL en los cursos introductorios de Física, comúnmente se explica el concepto de resonancia, este trabajo toma como base la frecuencia de resonancia para el cálculo de potencia media. Para lograr este objetivo, empleamos un smartphone como generador de una señal eléctrica sinusoidal para alimentar un circuito RCL serie y la medición de V_{rms} en la resistencia.

METODOLOGÍA

La Figura 1 muestra el arreglo experimental y el diagrama del circuito RCL serie, así como los elementos utilizados en este trabajo (ver Figura 1a). Un smartphone Xiaomi Redmi Note 7 es empleado como generador de funciones de una señal de tipo senoidal $V(t)$. Para este propósito es usada la aplicación libre, Android Physics Sensors Toolbox Suite, en la opción Generador de Tono (ver Figura 1b). La señal eléctrica sinusoidal es obtenida a través de un cable construido para este fin. El cable cuenta con un conector jack que es acoplado al puerto de audio del smartphone. En el otro extremo, cuenta con conectores tipo pinza caimán para los canales L y R de audio, así como un terminal común de GND. Los conectores del canal L y R son utilizados para alimentar el circuito RCL serie. Un multímetro Mod. IDM62T Marca RSPRO, es utilizado para medir el V_{rms} en la resistencia (ver Figura 1c).

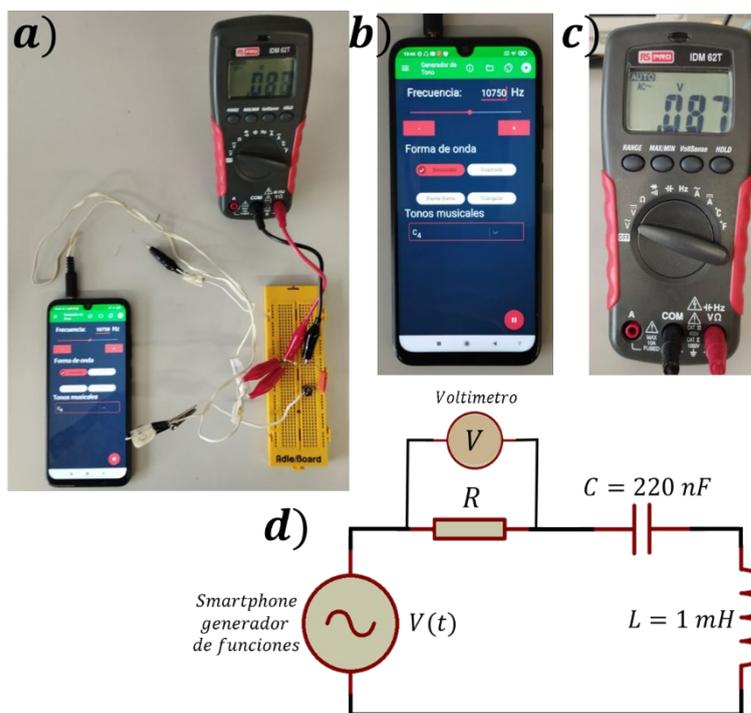


Figura 1. a) Arreglo experimental para el cálculo de potencia en circuito RCL, b) Smartphone empleado como generador de señal senoidal, c) Voltímetro usado para la medición de V_{rms} en R, y d) Representación esquemático del circuito RCL serie empleado.

El circuito RCL empleado en este trabajo, está compuesto por un capacitor $C=220$ nF, un inductor $L=1$ mH, así como una resistencia R . Estos componentes están conectados en serie al smartphone utilizado como generador de funciones (ver Figura 1d).

La frecuencia de resonancia en circuitos RCL serie alimentado con corriente alterna corresponde a una frecuencia característica y que es determinada por los valores de resistencia, capacitancia e inductancia que componen el circuito. Para un circuito RCL serie, se presenta una impedancia mínima a la frecuencia de resonancia. La frecuencia de resonancia (ω_0) del circuito puede ser obtenido a través de la expresión [8]:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (1)$$

Así mismo, para un circuito RCL serie en resonancia, la potencia media (P_{avg}) de este puede ser expresada en términos de voltaje y corriente, y a su vez de las reactancias capacitivas e inductivas del circuito. La P_{avg} es calculada a través de:

$$P_{avg} = \frac{V_{rms}^2 R}{R^2 + (X_L - X_C)^2}, \quad (2)$$

donde X_L es reactancia inductiva y X_C es la reactancia capacitancia. Sustituyendo los valores de reactancia, la Ec. 2 puede expresarse en función de frecuencia como se muestra a continuación,

$$P_{avg} = \frac{V_{rms}^2 R \omega^2}{R^2 \omega^2 + L^2 (\omega^2 - \omega_0^2)^2}. \quad (3)$$

La característica de sintonización del circuito RCL serie a una frecuencia de resonancia puede ser evaluada a través del factor de calidad Q, el cual es expresado matemáticamente como [8]:

$$Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}, \quad (4)$$

donde $\Delta\omega = R/L$ es el ancho de banda en frecuencia de la curva de P_{avg} resonante a la mitad del valor máximo. Sustituyendo $\Delta\omega$, el factor Q también puede ser expresado como:

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R}. \quad (5)$$

Un valor alto de Q indica una mayor selectividad en la frecuencia de resonancia. Por otro lado, un valor bajo indica que las pérdidas son significativas en comparación con la energía almacenada.

RESULTADOS

La Figura 2 muestra la grafica de potencia promedio como función de la frecuencia ω de un circuito RCL serie, para una $L = 1$ mH (SBCP-80HY102H, núcleo de ferrita nickel-zinc (NiZn)), $C = 220$ nF y dos valores de resistencia R de 10 y 5 Ω . Para $R = 5$ Ω la frecuencia de resonancia $\omega_0 = 67256.38$ rad/s y para $R = 10$ Ω es $\omega_0 = 66959.23$ rad/s, ambos valores presentan un desplazamiento comparado con la frecuencia de resonancia obtenida a través de la Ec. 1, $\omega_0 = 67419.98$ rad/s.

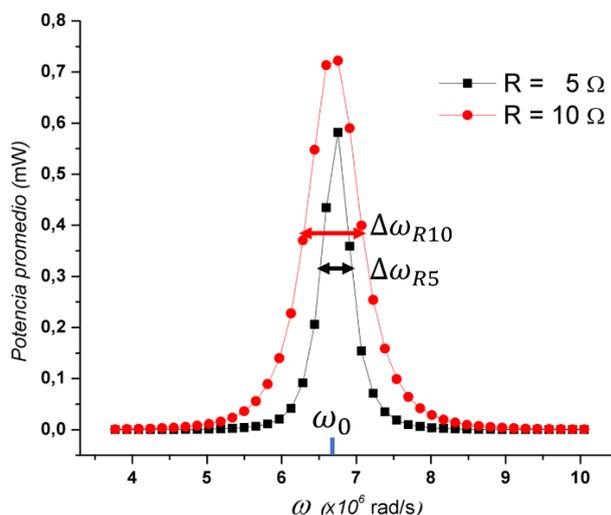


Figura 2. Grafica de potencia promedio para un circuito RCL de $R = 10$ Ω y $R = 5$ Ω .

Es posible observar en la gráfica anterior que, al aumentar el valor de la resistencia, $\Delta\omega$

también incrementa. Para el caso donde $R=5\ \Omega$, el valor de $\Delta\omega_{R5} \approx 4977.64\ \text{rad/s}$ y para $R=10\ \Omega$ es de $\Delta\omega_{R10} \approx 8854.76\ \text{rad/s}$. Si comparamos los valores experimentales con los esperados teóricamente $\Delta\omega_{R5} = 5\ \Omega / 1\ \text{mH} = 5000\ \text{rad/s}$ y $\Delta\omega_{R10} = 10\ \Omega / 1\ \text{mH} = 10000\ \text{rad/s}$, estos presentan una ligera diferencia ocasionada por la sensibilidad en el muestreo de frecuencias.

A partir de los datos obtenidos experimentalmente realizamos el cálculo del factor Q para cada valor de resistencia. Para $R=10\ \Omega$, el factor $Q_{R10} \approx 66959.23\ \text{rad/s} / 8854.76\ \text{rad/s} \approx 7.56$ y para $R=5\ \Omega$, $Q_{R5} \approx 67256.38\ \text{rad/s} / 4977.64\ \text{rad/s} \approx 13.51$. Obteniendo el factor Q de forma teórica empleando la Ec. 4 para ambas resistencias los valores obtenidos son: $Q_{R10} = 6.74$ y $Q_{R5} = 13.48$. Comparando el valor del factor Q experimental con el calculado teóricamente podemos observar que se aproxima en ambos casos.

CONCLUSIONES

Presentamos el cálculo de potencia en un circuito RCL serie empleando un Smartphone como generador de funciones de una señal eléctrica sinusoidal. Medimos el V_{rms} de la resistencia del circuito RCL a través de un voltímetro para diferentes valores de frecuencia y obtenemos la potencia media para un espectro amplio de frecuencias. Observamos que la frecuencia de resonancia ω_0 experimental y calculada de forma teórica son muy cercanas. Se evidencia que, al aumentar la resistencia, el ancho de la curva de potencia $\Delta\omega$ se incrementan. Mostramos el cálculo del factor Q para dos valores distintos de resistencia. Se observa la cercanía entre los valores experimentales y teóricos del factor Q, lo que respalda la validez del análisis experimental. Se subraya la utilidad del smartphone en la enseñanza del análisis de circuitos RCL serie como una alternativa docente flexible y funcional.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2019-107391RB-I00) y por la Generalitat Valenciana (CIPROM/2022/30), España. A.G.M también agradece el apoyo de la Generalitat Valenciana (GRISOLIAP/2021/121), España. Los autores agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València, España, su apoyo al grupo de innovación docente MSEL.

REFERENCIAS

- [1] Torriente-García, I., Muñoz-Pérez, F. M., Martí, A. C., Monteiro, M., Castro-Palacio, J. C., Monsoriu, J. A. (2023). Experimenting with RC and RL series circuits using smartphones as function generators and oscilloscopes. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 45. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0143>.
- [2] Sokol, P. E., Warren, G., Zheng, B, y Smith P. (2013). A circuit to demonstrate phase relationships in RLC circuits *Phys. Educ.* 48, 312. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/48/3/312>
- [3] Ivković, S. S., Marković, M. Z., Ivković, D. Ž. y Cvetanović, N. (2017). LCR circuit: new simple methods for measuring the equivalent series resistance of a capacitor and inductance of a coil *Eur. J. Phys.* 38, 055705. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aa7ae7>.
- [4] Mungan, C. E. (2022) Simple but accurate driven RLC experiment *Phys. Educ.* 57, 053002. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac7d87>.
- [5] Torriente-García, I., Martí, A. C., Monteiro, M., Stari, C., Castro-Palacio, J. C. y Monsoriu, J. A. (2024). RLC series circuit made simple and portable with smartphones, *Phys. Educ.* 59, 015016. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad04fb>.
- [6] Viera Software 2020 Physics toolbox, downloaded from Google Play on 2-2-2024.
- [7] Staacks, S., Hütz, S., Heinke, H. y Stampfer, C. (2018). Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox *Phys. Educ.* 53, 045009.
- [8] Dorf, R. y Svoboda, J. (2011). Circuitos Eléctricos, 8va Ed., AlfaOmega.

EMID P07 Estudio de la ley del inverso del cuadrado de la distancia utilizando la señal infrarroja de un mando a distancia

Camila F. Marín-Sepúlveda^a, Santiago Ortuño-Molina^a, Juan C. Castro-Palacio^a, Juan A. Monsoriu^a

^aCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València, España

Abstract

The inverse-square law for electromagnetic radiation in the infrared (IR) range was experimentally verified. The infrared signal intensity of a TV remote control was measured at different distances from it by using a solar cell connected to a speaker. The sound produced by the IR pulses incident on the cell was registered with the voice recorder of a smartphone and analysed further to obtain the signal intensity.

Keywords: smartphone, infrared radiation, Acoustics, absorption, inverse of the square of the distance.

Resumen

En el presente trabajo se comprueba experimentalmente la ley del inverso de la distancia al cuadrado para la radiación electromagnética en el rango infrarrojo. La intensidad de la señal infrarroja de un mando a distancia se midió a diferentes distancias mediante una célula solar conectada a un altavoz. El sonido producido por los pulsos de infrarrojos que inciden en la célula se registró con la grabadora de voz de un teléfono inteligente y se analizó posteriormente para obtener la intensidad de la señal.

Palabras clave: smartphone, radiación infrarroja, Acústica, absorción, inverso del cuadrado de la distancia.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La ley del inverso del cuadrado de la distancia se puede encontrar en muchos contextos de la Física (Resnick, 1999; Gatzia, 2021; Williams, 1971). La disminución de una cantidad física con la distancia del inverso del cuadrado de la distancia se puede observar en varias áreas de la Física, por ejemplo: en la gravitación, la electrostática, la radiación electromagnética o las ondas sonoras. Esto tiene que ver con la disminución geométrica de la intensidad de la emisión de una radiación de fuente puntual a medida que se propaga esféricamente en el espacio tridimensional. La eficiencia de las fuentes de luz puntuales se puede caracterizar mediante el uso del sensor ambiental del teléfono inteligente (Sans, 2017). Se probó experimentalmente la variación de la iluminancia medida con el sensor con la distancia al cuadrado inverso a la fuente. La ley de la distancia del cuadrado inverso también se utilizó para estudiar la velocidad y aceleración de una fuente de luz en movimiento en un plano inclinado (Kapucu, 2017) o para estudiar oscilaciones acopladas y amortiguadas (Sans, 2013).

En este se comprueba experimentalmente la ley del inverso del cuadrado de la distancia para la radiación electromagnética en el rango infrarrojo. Como fuente puntual se ha utilizado un mando a distancia de televisión. Las intensidades se han registrado con una celda solar conectada a un altavoz y se han medido acústicamente utilizando la grabadora de sonido de un smartphone. El audio grabado se ha editado para hallar las intensidades para distintas distancias entre el mando a distancia y la célula solar. Los resultados se ajustaron con una función paramétrica de la intensidad inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

METODOLOGÍA

La Figura 1 muestra el montaje experimental utilizado en este trabajo para verificar experimentalmente la ley del inverso del cuadrado de la distancia. Utilizamos un mando a distancia sencillo, que se puede encontrar en cualquier hogar. En este caso se trata del mando a distancia de un SAMSUNG TV LED 75. La frecuencia infrarroja de este tipo de dispositivos suele ser de 300 THz. Cuando se presiona el botón de encendido, se emiten pulsos infrarrojos. La intensidad de la señal se ha obtenido mediante una celda solar conectada a un altavoz. El sonido que se produce en el altavoz al incidir la señal infrarroja en la celda solar se registra con la grabadora de audio de un smartphone. El audio obtenido se edita en un ordenador para determinar la intensidad de la señal. En este trabajo suponemos que la intensidad de la señal que se registra en el audio es proporcional a la intensidad de la señal infrarroja del mando a distancia.

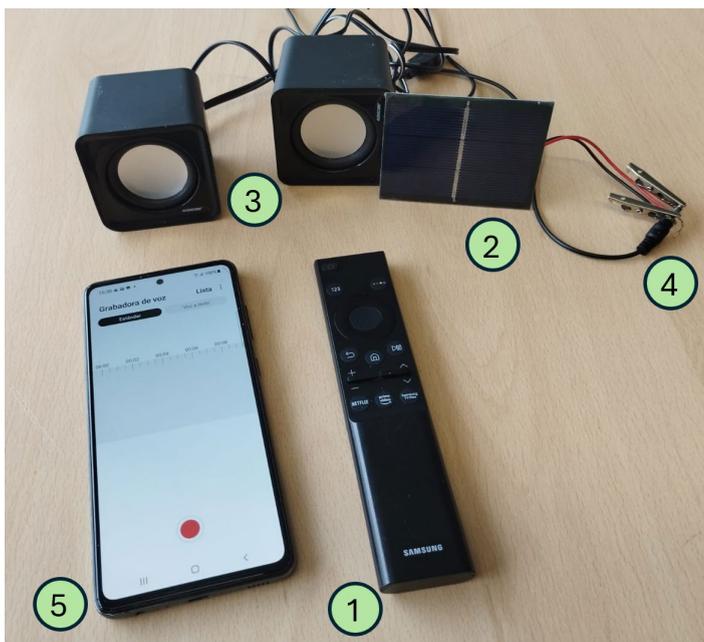


Fig. 1. Montaje experimental utilizado en este trabajo para demostrar la ley del inverso del cuadrado de la distancia. El montaje incluye un mando a distancia (1), una celda solar (2), altavoces (3), un conector de audio conectado a los extremos de la celda solar mediante pinzas de cocodrilo (4) y un teléfono inteligente (5).

RESULTADOS

La Figura 2 muestra los datos del archivo de audio digital grabado con el teléfono inteligente para diferentes distancias entre el control remoto y la célula solar que se indican con etiquetas en la figura. Se puede observar claramente la caída de la amplitud. Para cada distancia, se ha presionado dos veces el botón de encendido lo que nos permite incluir más datos en el cálculo de las intensidades promedio (que se muestra en la Figura 3). El control remoto puede considerarse como una fuente puntual de radiación infrarroja cuya intensidad disminuye con el inverso del cuadrado de la distancia a medida que la energía se redistribuye en frentes de ondas esféricas en el espacio tridimensional.

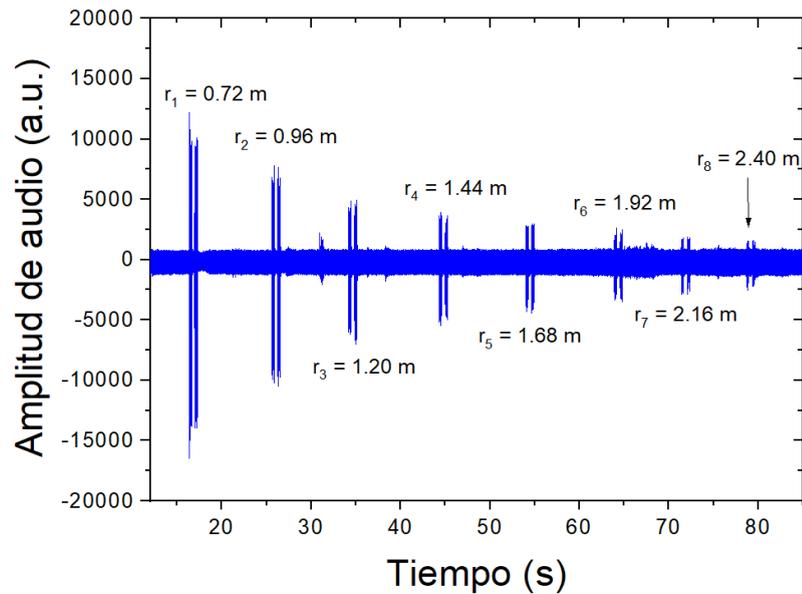


Fig. 2. Versión editada del archivo de audio que contiene el sonido producido por la señal infrarroja que incide sobre la célula solar. Se muestra el resultado para de la variación de la intensidad con la distancia entre el mando a distancia y la celda solar.

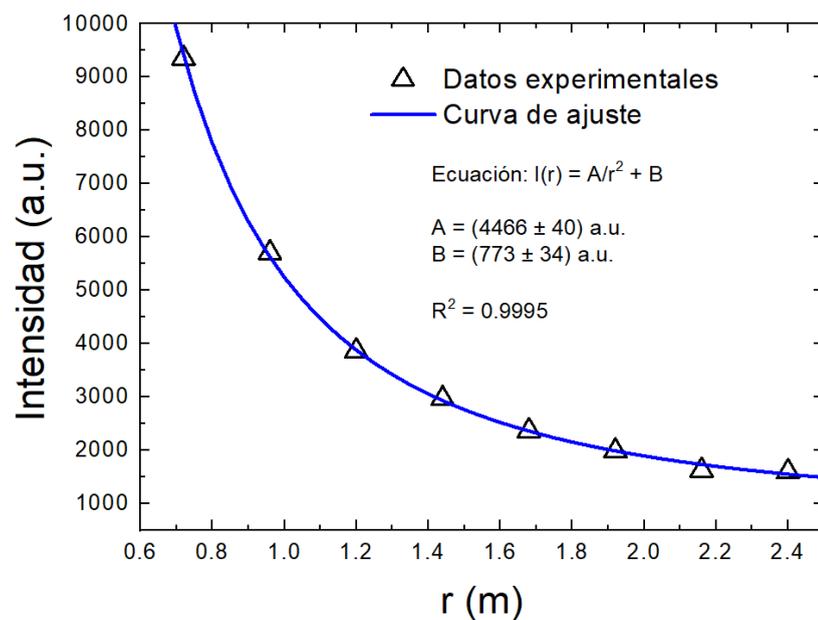


Fig. 3. Amplitud del sonido (proporcional a la intensidad de la señal infrarroja) en función de la distancia entre el mando a distancia y la celda solar. La curva de ajuste a los datos experimentales se indica con una línea azul.

Los valores promedio de las intensidades máximas de la figura 2 para cada distancia se muestran en la figura 3. La función utilizada para realizar los ajustes a los datos experimentales está incluida en el gráfico. Se puede apreciar el excelente acuerdo obtenido para el ajuste de los datos utilizando una función de la intensidad dependiente del inverso del cuadrado de la distancia.

CONCLUSIONES

La ley del inverso del cuadrado de la distancia ha sido comprobada experimentalmente para el caso de la señal infrarroja emitida por un mando a distancia considerado una fuente puntual. La intensidad de la señal se ha medido utilizando el sonido producido al incidir la señal en una celda solar conectada a un altavoz. El montaje experimental es muy simple, lo que

permite su implementación en cualquier curso de física desde la enseñanza secundaria a la universitaria.

REFERENCIAS

Gatzia D., Ramsier R. D. (2021). Dimensionality, symmetry and the Inverse Square Law. *Notes Rec.* 75, 333–347. <https://doi.org/10.1098/rsnr.2019.0044>

Kapucu S. (2017). Finding the acceleration and speed of a light-emitting object on an inclined plane with a smartphone light sensor *Phys. Educ.* 52, 055003. Doi:10.1088/1361-6552/aa7914

Resnick R., Halliday D. and Krane K. (1999). *Physics*. 4th edn (Mexico, DF: CECSA).

Sans J. A., Gea-Pinal J., Gimenez M. H., Esteve A. R., Solbes J., and Monsoriu J. A. (2017). Determining the efficiency of optical sources using a smartphone's ambient light sensor. *Eur. J. Phys.* 38, 025301. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aa51a9>

Sans J. A., Manjón F. J., Pereira A. L. J., Gomez-Tejedor J. A., and Monsoriu J. A. (2013). Oscillations studied with the smartphone ambient light sensor, *Eur. J. Phys.* 34, 1349–1354. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/34/6/1349>

Williams E. R., Faller J. E., and Hill H. A. (1971). New Experimental Test of Coulomb's Law: A Laboratory Upper Limit on the Photon Rest Mass. *Phys. Rev. Lett.* 26, 721. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.26.721>

EMID P08 Evaluación de las prácticas de laboratorio de una asignatura de máster: elaboración de un póster académico

Mònica Toldrà, Dolors Parés, Elena Saguer y Carmen carretero

Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària, Escola Politècnica Superior, Universitat de Girona, monica.toldra@udg.edu

Abstract

This communication describes the evaluation methodology of the laboratory practices of the subject "Applications of the Biotechnology in the Food Industry", of the Master's degree in "Food Biotechnology" of the University of Girona. The evaluation activity of the practical activities consists of the elaboration of an academic poster based on the experimental results obtained in the lab. The procedure and how students are monitored are described, as well as the criteria used to evaluate and qualify this activity in the overall context of the subject.

Keywords: master's degree, practical activities, laboratory, academic poster, teaching methodology.

Resumen

En esta comunicación se describe la metodología de evaluación de las prácticas de laboratorio de la asignatura "Aplicaciones de la Biotecnología en la Industria Alimentaria", del Máster en "Biotecnología Alimentaria" de la Universitat de Girona. La actividad de evaluación de las prácticas consiste en la elaboración de un póster académico a partir de los resultados experimentales. Se describe el procedimiento y como se lleva a cabo el seguimiento de los estudiantes, así como los criterios que se utilizan para evaluar y calificar esta actividad en el contexto global de la asignatura.

Palabras clave: máster, actividades prácticas, laboratorio, póster académico, metodología docente.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El Máster en Biotecnología Alimentaria pertenece al Programa Oficial de Másteres del ámbito tecnológico de la *Universitat de Girona* (UdG). Se trata de un máster presencial promovido por el Instituto de Tecnología Agroalimentaria (INTEA) de la Escuela Politècnica Superior de la UdG. Consta de un total de 60 créditos ECTS y tiene una duración de 1 curso académico.

La asignatura "Aplicaciones de la Biotecnología en la Industria Alimentaria" es una materia obligatoria de 6 créditos ECTS, que pertenece al módulo de formación básica del Máster. La asignatura se desarrolla de forma intensiva durante 5 semanas consecutivas durante el segundo semestre del curso académico. Para estimar la dedicación horaria del estudiante en la asignatura se ha considerado que cada crédito ECTS se corresponde a 25 horas de trabajo del estudiante. Por tanto, las horas de dedicación a las actividades previstas son unas 150 en total (Tabla 1).

El equipo docente está formado por cuatro profesoras del área de Tecnología de los alimentos. El contenido impartido incluye las diversas aplicaciones de la biotecnología en las industrias de alimentos de origen animal y vegetal: fermentaciones alcohólicas y lácticas; cultivos iniciadores, bioconservadores y probióticos; modificaciones genéticas; aplicaciones enzimáticas; ingredientes, aditivos y coadyuvantes biotecnológicos, alimentos funcionales, etc.

Tabla 1. Organización de la asignatura de máster “Aplicaciones de la Biotecnología en la Industria Alimentaria”.

Tipo de actividad	Horas con profesor	Horas sin profesor	Total (h)
Sesiones participativas	28,0	50,0	78,0
Sesiones prácticas	18,0	10,0	28,0
Elaboración individual de trabajos	6,0	22,0	28,0
Trabajo en equipo (póster)	2,0	12,0	14,0
Prueba de evaluación	2,0	0	2,0
Total	56,0	94,0	150

Los contenidos se estructuran en 4 bloques temáticos en los que se presentan, de forma teórica y mediante la realización de prácticas de laboratorio y planta piloto, las principales aplicaciones de la biotecnología en diferentes sectores de la industria alimentaria:

- 1) Bloque 1: Aplicaciones de la biotecnología en las industrias lácteas y productos derivados.
- 2) Bloque 2: Aplicaciones biotecnológicas en las industrias de la carne y el pescado y productos derivados.
- 3) Bloque 3: Aplicaciones de la biotecnología en industrias de alimentos de origen vegetal (derivados de cereales, frutas y hortalizas).
- 4) Bloque 4: Industrias enológicas.

El objetivo de esta comunicación consiste en describir la metodología de evaluación de las prácticas de laboratorio de la asignatura “Aplicaciones de la Biotecnología en la Industria Alimentaria”, del Máster en Biotecnología Alimentaria de la UdG, a partir de la elaboración de un póster académico donde los estudiantes presentan los resultados experimentales obtenidos en las sesiones prácticas.

METODOLOGÍA

La evaluación final de la asignatura se realiza a partir de: (1) una prueba escrita individual; (2) la calificación del trabajo de grupo (póster); (3) la calificación de un trabajo individual de búsqueda de información; y (4) la valoración individual de la actitud, interés y participación en todas las actividades (Tabla 2).

Tabla 2. Actividades de evaluación y criterios de calificación de la asignatura de máster “Aplicaciones de la Biotecnología en la Industria Alimentaria”.

Actividad de evaluación	Bloque temático	Valor
Sesiones presenciales de aula (clases expositivas y participativas)	Asistencia, actitud e interés. Participación activa en los seminarios de aplicaciones	5%
Prácticas de laboratorio	Asistencia, actitud, interés y habilidades demostradas	5%
Trabajo individual de búsqueda de información complementaria	Estructura y contenido del trabajo adecuado a los objetivos planteados. Demostración de conocimientos durante la exposición oral	20%
Trabajo en grupo: presentación de los resultados de prácticas (póster)	Autoevaluación: valoración de la estructura/diseño, contenidos y claridad de los resultados presentados	20%
Prueba escrita individual	Demostración de haber adquirido los conocimientos de la asignatura	50%

Las diferentes prácticas de laboratorio que se realizan están directamente relacionadas con los 4 bloques temáticos de la asignatura (Tabla 3).

Tabla 3. Prácticas de laboratorio y bloques temáticos de la asignatura de máster “Aplicaciones de la Biotecnología en la Industria Alimentaria”.

Práctica	Bloque temático
1. Elaboración de queso fresco	Bloque 1 (lácteos y derivados)
2. Leches fermentadas	Bloque 1 (lácteos y derivados)
3. Productos reestructurados	Bloque 2 (carne y pescado y derivados)
4. Aplicaciones de las enzimas pectinolíticas	Bloque 3 (frutas y derivados)
5. Elaboración de sidra (fermentación alcohólica)	Bloque 4 (enología)

Estas cinco prácticas se desarrollan en grupos de 2 o 3 personas y se utilizan equipos de los laboratorios de investigación y docencia, así como de la planta piloto de Tecnología de los Alimentos de la EPS.

Los estudiantes deben presentar los resultados de las prácticas en formato de póster académico en lugar de un informe de prácticas convencional. Cada grupo debe presentar un póster de una de las 5 actividades prácticas realizadas.

El tema del trabajo se adjudica por sorteo a los diferentes grupos el último día de docencia de la asignatura. A cada grupo se le asigna una de las profesoras, que hará de tutora y realizará el seguimiento de los estudiantes durante la elaboración del póster.

También se les indica el formato y la estructura y apartados que ha de contener el póster (Figura 1), así como algunas recomendaciones prácticas que les pueden ser de utilidad para su elaboración y acceso a algunos artículos a través del Moodle (Gemayel, 2018; Gundogan et al., 2016).

Medidas póster: 70 cm ancho x 100 cm altura

Estructura y apartados:

- Título
- Autores y institución
- 1. Introducción
- 2. Objetivos
- 3. Material y Métodos
- 4. Resultados y Discusión
- 5. Conclusiones
- 6. Bibliografía

Fig. 1. Indicaciones para la elaboración del póster académico.

Una vez finalizada la asignatura, los estudiantes disponen de aproximadamente un mes para elaborar el póster. Durante el periodo de ejecución y, previamente a la presentación de la versión final, cada grupo debe realizar como mínimo una tutoría obligatoria con la profesora/tutora responsable de cada tema, para revisar el póster presentado. La tutora debe dar el visto bueno a la versión final revisada del mismo antes de la impresión de los pósteres para su exhibición y discusión en una sesión presencial conjunta del grupo de estudiantes y docentes.

En la evaluación de las prácticas la valoración del póster tiene un peso muy importante. Se parte de la calificación propuesta por la profesora/tutora responsable que ha realizado el seguimiento y se modula considerando la valoración conjunta de los trabajos presentados por parte del equipo docente, así como el resultado de una autoevaluación que llevan a cabo los propios estudiantes.

Esta autoevaluación se realiza después de la sesión de presentación y discusión de los trabajos, mediante una encuesta a través de la plataforma Moodle en la que los estudiantes

realizan una votación de los pósteres presentados por sus compañeros, valorando dos aspectos diferenciados:

- a) contenido y claridad de los resultados presentados.
- b) estructura y diseño del póster.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se presenta la correspondencia entre las diferentes actividades de aprendizaje que contempla la asignatura y las competencias generales (CG) y específicas (CE) del máster asociadas a las mismas.

Se observa que las actividades prácticas están relacionadas con las competencias específicas CE-1, CE-2 y CE-7, y el trabajo en grupo, consistente en la elaboración del informe en formato póster, que permite trabajar además las competencias generales CG-3 y CG-5.

		ACTIVIDADES				
		Sesiones presenciales de aula	Sesiones prácticas de laboratorio	Trabajo individual de búsqueda información	Trabajo en grupo (póster)	Prueba escrita de evaluación
COMPETENCIAS	CG3: Capacidad para estructurar y transmitir oralmente y por escrito conocimientos y razonamientos, de forma clara, adecuada original y creativa.			✓	✓	✓
	CG5: Capacidad de autoevaluación y espíritu de mejora personal continua.				✓	
	CG8: Conocimiento de la lengua inglesa: capacidad de comprensión de textos y ponencias de contenido científico.			✓		
	CE-1: Reconocer y describir las aplicaciones de la biotecnología en la producción de materias primas, procesos de conservación y transformación de alimentos y como herramientas de control de productos y procesos de la industria alimentaria.	✓	✓	✓	✓	✓
	CE-2: Planificar estrategias y elegir las herramientas y técnicas adecuadas para alcanzar un objetivo concreto relacionado con el diseño de un experimento o el desarrollo de una aplicación en el ámbito de la biotecnología alimentaria.	✓	✓		✓	✓
CE-7: Plantear alternativas biotecnológicas para la mejora de la calidad y seguridad de los alimentos, fundamentadas en la comprensión de sus características bioquímicas, microbiológicas, físicas y funcionales.	✓	✓			✓	

Fig. 2. Actividades de evaluación y competencias asociadas de la asignatura de máster "Aplicaciones de la Biotecnología en la Industria Alimentaria".

La elaboración de un póster es una actividad que requiere de más tiempo de preparación que otros formatos de evaluación. Sin embargo, se ha constatado que es un recurso didáctico muy bien aceptado por los estudiantes ya que les ofrece la oportunidad de ser creativos y autónomos en la generación de un producto original. En la Figura 3 se muestra un ejemplo de los pósteres elaborados por los estudiantes en el curso 2023/24, que obtuvieron las mejores puntuaciones respecto al contenido y el diseño.

Desde el punto de vista del aprendizaje, el sistema de presentación de resultados en este formato obliga a los estudiantes a realizar un esfuerzo de síntesis de los aspectos relevantes de cada una de las prácticas, lo que facilita la integración de conceptos y la posibilidad de demostrar el grado de comprensión adquirido al compartir su trabajo con los compañeros y los docentes. Además, les permite desarrollar competencias transversales, como son las capacidades de trabajo colaborativo, de comunicación oral y escrita y, en algunos casos y a elección de los estudiantes, el dominio del inglés como lengua de comunicación científica.

Globalmente, la valoración por parte de los estudiantes del sistema de evaluación de esta asignatura del máster en Biotecnología Alimentaria es muy satisfactoria, tal como muestran los resultados de las encuestas de docencia de los últimos 4 años (desde el curso 2019/20 al 2022/23). La valoración media global en relación a la pregunta de la encuesta "¿El sistema de evaluación se corresponde con los objetivos i contenidos de la asignatura?" es excelente (4,6 puntos sobre 5).

Universitat de Girona **Fermented dairy products**
Sergi Llanet, Xabier Martínez, Joaquim Noguer, Jordi Sagrera
Masters in Food Biotechnology, University of Girona

Introduction
Yogurt is a product of lactic fermentation in pasteurized milk by *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. In order to be classified as a probiotic, it must contain these bacteria at a minimum concentration of 10^8 CFU/g on end of these bacteria in a 0.3 ratio (PD 217/2004, Prüssa et al. 2002). Refrigeration at 4°C is necessary to extend the product's shelf life by 2-3 weeks. Spray-drying can be confidently used to dehydrate and preserve bacterial viability, while also achieving desired powder properties such as flowability, size, and morphology (Guez et al., 2002).

Objectives
Determination of the pH threshold for acid coagulation in yogurt. Assess the viability of probiotics in fermented milk after undergoing spray-drying and determine water activity to identify the optimal temperature for the spray-drying procedure.

Methodology
Monitoring of the fermentation stages in yogurt production. Production of a milk derivative powder.

Results and discussion
Figure 1 displays the Ough's of the dry matter of the fermented milk before and after spray-drying at 120°C and 150°C, as well as their acidity and moisture content.

CPU/g	Y (%)	Output T (°C)	CPU/g	Viability (ln av)
2,09x10 ¹⁰	100	84	0,143x10 ¹⁰	3,59
	170	92	3,343x10 ¹⁰	0,17

The results depicted in Table 1 indicate that a temperature of 150°C is optimal for product dehydration while preserving a higher percentage of viability and the probiotic properties of the product. Additionally, the corresponding water activity inhibits bacterial growth, as microorganisms cannot thrive at a water activity lower than 0.5 (Arch et al., 2007).

Conclusions
The acid coagulation of the yogurt occurred at approximately pH 4.6, as expected due to the isoelectric point of the casein. In contrast, the drying process via spray-drying at 150°C demonstrated a promising method for producing thermostable probiotic fermented milk with a high concentration of viable probiotic bacteria. Further research is needed to optimize the spray-drying process and assess the sensory properties of the yogurt powder.

References
Arch, B., et al. (2007). "Effect of spray-drying on the viability of probiotic bacteria." *Journal of Food Science*, 78(1), 10-15.
Prüssa, M., et al. (2002). "Effect of spray-drying on the viability of probiotic bacteria." *Journal of Food Science*, 73(1), 10-15.

Universitat de Girona **Aplicacions dels enzims pectolítics en les indústries fructícoles**
Marta Serra, Maria Granel, Mariana Muñoz-Casas Sanchez
Aplicacions de la Biotecnologia a la Indústria Alimentària
Màster en Biotecnologia Alimentària 2023-2024

1) INTRODUCCIÓ
En les últimes dècades, s'ha produït un augment de la demanda de aliments saludables i amb propietats funcionals. En la indústria alimentària, s'utilitzen enzims pectolítics per millorar la clarificació, la maceració i el gelatí de la pectina.

2) OBJECTIUS
I. Analitzar els efectes del tractament enzimàtic dels diferents enzims pectolítics per obtenir un gelatí més clarificat.
II. Analitzar els efectes d'un tractament enzimàtic de maceració, però amb l'addició del suc de poma.
III. Determinar les condicions òptimes per a la clarificació del suc de poma, mitjançant un tractament enzimàtic. (1) Clarificació amb gelatina (2) Clarificació amb pectina (3) Clarificació amb pectina i gelatina

3) MATERIAL I MÈTODES
I. Poma, suc de poma, enzims pectolítics, gelatina, pectina, suc de poma.
II. Clarificació i clarificació amb gelatina.

4) RESULTATS
I. Poma clarificada. II. Clarificació i clarificació amb gelatina. III. Clarificació i clarificació amb gelatina.

5) CONCLUSIONS
• El suc de poma clarificat amb enzims pectolítics mostra un major grau de clarificació respecte al control. El tractament de maceració amb pectina i gelatina mostra un major grau de clarificació respecte al control. El tractament de maceració amb pectina i gelatina mostra un major grau de clarificació respecte al control.

6) BIBLIOGRAFIA
[1] Prüssa, M., et al. (2002). "Effect of spray-drying on the viability of probiotic bacteria." *Journal of Food Science*, 73(1), 10-15.
[2] Serra, M., et al. (2023). "Aplicacions dels enzims pectolítics en les indústries fructícoles." *Actes del XXII Congrés de Biotecnologia Alimentària*, 1-10.

Fig. 3. Muestra de pósters del curso 2023/24 de la asignatura "Aplicaciones de la Biotecnología en la Industria Alimentaria" con la mejor valoración respecto al contenido (izquierda) y diseño (derecha).

CONCLUSIONES

La elaboració d'un póster per presentar els resultats de les pràctiques de laboratori de una assignatura de màster resulta una forma molt eficaç de mostrar de manera resumida el treball desenvolupat per els estudiants durant les pràctiques.

Los alumnos aprenden a elaborar y presentar los resultados obtenidos a nivel experimental en uno de los formatos más extendidos para la presentación de comunicaciones en congresos científicos.

El método de evaluación inclusivo que tiene en cuenta la valoración de los estudiantes consigue una mayor implicación de los alumnos, favorece un aprendizaje consciente e incrementa su capacidad de autocrítica.

REFERENCIAS

- Gemayel, R. (2018). How to design an outstanding poster. *The FEBS Journal*, 285 (17): 1180-1184. <https://doi.org/10.1111/febs.14420>
- Gundogan, B., Koshy, K., Kurar, L., Whitehurst, K. (2016). How to make an academic poster. *Annals of Medicine and Surgery*, 11: 69-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amsu.2016.09.001>

EMID P09 *Learning by doing*: proyecto integrado en experimentación en química

Núria Fiol Santaló

Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària. Universitat de Girona.
nuria.fiol@udg.edu

Abstract

A new teaching methodology based on *learning by doing* was implemented in 2018 to carry out a project integrated into the subject *experimentation in chemistry* in the chemical engineering degree at the University of Girona. The project requires the synthesis of a sorbent material and its use for the elimination of metal ions from contaminated water, and integrates concepts and skills acquired during the degree. The implementation of this project by *learning by doing* methodology has resulted in an increase in the average grade. The integrated project proposal is well accepted by the students and they value positively the learning methodology used, the development of the subject and its evaluation.

Keywords: *learning by doing*, integrated project, active learning, experimentation in chemistry

Resumen

En el curso 2018 se implementó una nueva metodología docente basada en *learning by doing* para llevar a cabo un proyecto integrado en la asignatura *Experimentación en Química 2* del grado de Ingeniería Química de la Universitat de Girona. El proyecto requiere la síntesis de un material absorbente y su uso para la eliminación de iones metálicos de aguas contaminadas, e integra conceptos y habilidades adquiridas durante la carrera. La implementación de este proyecto en metodología *learning by doing* ha resultado en un aumento de la nota media de la asignatura. La propuesta del proyecto integrado tiene buena aceptación por parte de los alumnos que valoran muy positivamente la metodología de aprendizaje utilizada, el desarrollo de la asignatura y su evaluación.

Palabras clave: *learning by doing*, proyecto integrado, aprendizaje activo, experimentación en química.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En la Escuela Politècnica Superior de la Universitat de Girona se imparte, desde el año 2009, el grado en Ingeniería Química, grado adaptado de la antigua titulación de Ingeniería Técnica industrial especialidad química industrial. El número máximo de entrada de estudiantes en este grado es de 40 alumnos que proceden, mayoritariamente, de estudios de secundaria de bachillerato científico.

Siguiendo las directivas de la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial, y dentro de las competencias que deben adquirirse en dentro del módulo de tecnología específica en química industrial se encuentra como competencia *Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos*. Por ello, el plan de estudios de este grado incluye asignaturas de análisis químico y la asignatura de *Experimentación en Química 2*, una asignatura de 3 créditos ECTS programada para el primer semestre del cuarto curso.

El descriptor de esta asignatura indica "*laboratorio integrado con métodos analíticos instrumentales*", y tiene asociadas dos competencias transversales: 1) Planificar y organizar propuestas y proyectos, 2) utilizar la lengua inglesa. Para el desarrollo de la asignatura se

programaron 30 horas presenciales de laboratorio y 45 horas de trabajo autónomo por parte del alumno. La actividad mayoritaria de esta asignatura consiste en el análisis químico para el control de procesos utilizando métodos analíticos instrumentales, especialmente métodos espectroscópicos, cromatográficos y potenciométricos. Los conceptos teóricos necesarios para la comprensión de las bases de los equipos analíticos, así como los requisitos, los procedimientos y calidad de los resultados se imparten en la asignatura *Técnicas Instrumentales para el Análisis Químico* que se imparte durante el mismo período académico.

Como actividad final del proceso de aprendizaje, y con el fin de alcanzar las competencias descritas, durante las tres últimas sesiones del curso se plantea al alumno el reto de trabajar de forma autónoma para realizar un proyecto experimental que integra múltiples tareas relacionadas con procesos y productos y su análisis y aplicando la metodología *learning by doing*. El proyecto consiste en la síntesis de un material con propiedades de intercambio iónico para aplicarlo a la eliminación de iones metálicos en aguas. La ejecución del proyecto requiere la integración de competencias adquiridas en múltiples asignaturas del grado, como química orgánica, materiales, análisis químico, procesos químicos o tratamiento de aguas.

Como es conocido, la metodología *learning by doing* se basa en *aprender haciendo o aprendizaje activo*, que requiere involucrar al alumno a participar en actividades en las que los profesores son formadores y no solamente proveedores de información. Las metodologías de aprendizaje activo han cambiado el enfoque educativo para mejorar los resultados de aprendizaje aumentar el rendimiento académico de los estudiantes. En los últimos años, las universidades y escuelas están adoptando progresivamente la metodología de aprendizaje basado proyectos que permiten a los estudiantes adquirir conocimientos y habilidades clave a través del desarrollo de proyectos que responden a situaciones de la vida real. Se considera un método muy apropiado para la enseñanza de las ciencias y tecnología para formar estudiantes (Negro et al., 2019). Los proyectos basados en la contaminación y el tratamiento del agua son relativamente fáciles de realizar y despiertan un gran interés entre los estudiantes de ingeniería química.

La experimentación propuesta tiene como objetivo que los alumnos apliquen conocimientos adquiridos al largo de la titulación para finalizar un proyecto técnico-científico que consiste en sintetizar un producto y aplicarlo en un proceso de tratamiento de aguas, siguiendo los procedimientos y metodologías experimentales habituales en este tipo de estudios. Para ello, deben buscar información científica para llevar a cabo la síntesis del material, caracterizar el material y diseñar los experimentos necesarios para evaluar su eficiencia en el tratamiento de aguas y además, presentar los resultados en formato artículo científico. Con ello, *aprenden haciendo* múltiples tareas: buscar, interpretar y escribir artículos científicos, operar en el laboratorio de forma autónoma y usar el material y los equipos necesarios para llevar a cabo la parte experimental. En todas las etapas cuentan con la supervisión y guía de la profesora de la asignatura.

En este estudio se evaluará el efecto de implementar la metodología *learning by doing* en el alcance de las competencias de la asignatura a través de la información y evidencias cuantitativas que se han ido recogiendo durante cada curso.

METODOLOGÍA

La ejecución del proyecto cuenta con tres etapas, con unos objetivos claros a alcanzar en cada una de ellas que se muestran en la Figura 1.



Figura 1. Esquema de las etapas del proyecto y objetivos a alcanzar en cada etapa

Para ejecutar las distintas tareas de cada etapa cuentan con la guía de la profesora, que tutoriza de forma individual a los alumnos durante las distintas etapas. La profesora revisa la metodología experimental antes de su ejecución, y supervisa las actuaciones de la parte experimental en el laboratorio. Finalmente asesora a los alumnos en la elaboración del artículo en la etapa post-laboratorio.

En cada una de las etapas se trabajan las distintas competencias asociadas a la asignatura que deben adquirir los alumnos, tal como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Competencias de la asignatura en relación a cada etapa del proyecto

Competencia plan de estudios	Pre-laboratorio	laboratorio	Post-laboratorio
Planificar y organizar propuestas y proyectos	x		X
Capacidad para el análisis de procesos y productos.		x	
utilizar la lengua inglesa	x	x	X

Durante las distintas etapas, las competencias adquiridas por los alumnos son evaluadas mediante rúbricas de evaluación conocidas por los alumnos. En la primera fase se evalúa la capacidad para encontrar e interpretar la información bibliográfica, establecer objetivos claros del proyecto y diseñar el procedimiento experimental que debe ejecutarse en el laboratorio. Para alcanzar los objetivos de la etapa utilizan bibliografía científica (Veglio et al., 2002; Fiol et al., 2004; Fiol et al., 2021), y detallan en su *notebook* de laboratorio el procedimiento experimental que van a ejecutar, que incluye el material, reactivos, protocolos y equipos necesarios. La profesora revisa el planteamiento del proyecto e indica los puntos a modificar o las etapas más críticas a tener en cuenta para completar con éxito los objetivos planteados.

En la etapa de laboratorio, los alumnos ejecutan las tareas de síntesis, caracterización, procesos químicos y análisis según han definido en su propio proyecto, utilizando el material y los equipos de laboratorio. Finalmente, en la etapa de pos-laboratorio, los alumnos deben presentar los resultados en formato artículo científico, por lo que deben seleccionar la información más relevante del proyecto y tratar los datos elaborando tablas y figuras para su discusión y detallar las conclusiones del proyecto. Esta asignatura se imparte 100% en inglés, por lo que la evaluación incluye el uso de la lengua inglesa en todas las etapas del proyecto, aunque no se evalúa el nivel de inglés de los alumnos.

Como indicadores de la aceptación de los alumnos a la propuesta del proyecto integrado se recogen las opiniones de los alumnos durante las tutorías, revisiones y los resultados de las encuestas de docencia de los alumnos. Para determinar el efecto del uso de la metodología *learning by doing* en los resultados de aprendizaje (aquello se espera que los estudiantes hayan aprendido al finalizar el proyecto) se utilizan tres indicadores cualitativos: el grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto, evaluado en función del alcance de los resultados, y

el tratamiento de los resultados para el artículo y su formato de presentación, como indicadores de la capacidad para sintetizar y presentar correctamente los resultados. También se considera la nota global del curso como un parámetro indicativo del resultado del éxito de la metodología en los resultados de aprendizaje. El proyecto realizado en esta metodología supone el 25% de la nota final del curso. La propuesta del realizar el proyecto integrado se inició durante el curso 2018-2019, y en este trabajo se comparan las notas finales de los alumnos antes y después de aplicar el proyecto integrado mediante metodología *learning by doing*.

RESULTADOS

El grado de aceptación de los alumnos a la propuesta de realizar un proyecto integrado es actualmente del 100%, sin que los alumnos muestren reticencias a utilizar metodologías docentes más activas. Aun así, muestran preocupación sobre su capacidad para diseñar el experimento y sus capacidades para aplicar de forma autónoma las metodologías experimentales que han diseñado y usar los equipos analíticos instrumentales del laboratorio.

Las respuestas de las encuestas de docencia reflejan la satisfacción de los alumnos de utilizar este proyecto y esta metodología. A las cuestiones relacionadas con los materiales docentes y la metodología, en el curso 2023/24 los alumnos dieron la siguiente puntuación:

- a) En conjunto, estoy satisfecho/a con los materiales y el desarrollo de la asignatura: puntuación: 4.6/5.
- b) Las metodologías docentes del/de la profesor/a me ayudan a aprender: puntuación: 4.8/5.

Estos resultados indican un alto nivel de aceptación de esta metodología y que la consideran adecuada para aprender.

Para mostrar los resultados cualitativos del uso de la metodología docente en los resultados de aprendizaje se presentan los datos correspondientes al curso 2023/24. En la Figura 2 se muestran el porcentaje de alumnos que alcanzaron todos los objetivos propuestos.

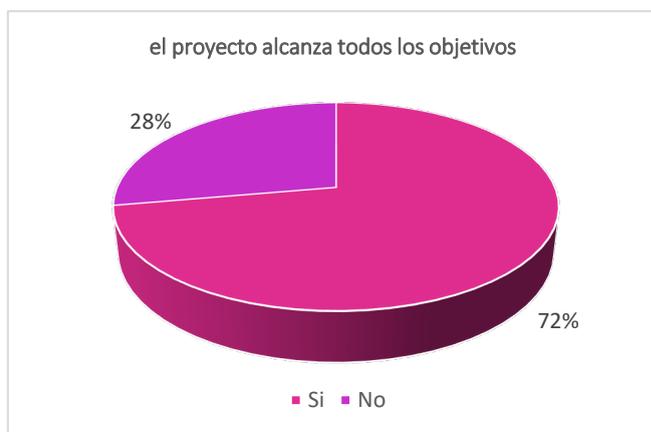


Fig. 2. Grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto.
n=18

Tal como se muestra, la mayoría de los alumnos fueron capaces de finalizar el proyecto con éxito, sintetizando, caracterizando y aplicando el material en un proceso de descontaminación de aguas con metales. Por otro lado, el 28% de los alumnos tuvo dificultades para alcanzar todos los objetivos planteados debido, mayoritariamente, a problemas de operación durante los experimentos, como dificultades en los experimentos o errores en los análisis químicos que provocaron un retraso en la progresión de la parte experimental.

En la Figura 3 se presentan los resultados correspondientes a la presentación del artículo y su formato de presentación de los alumnos del curso 2023/24.

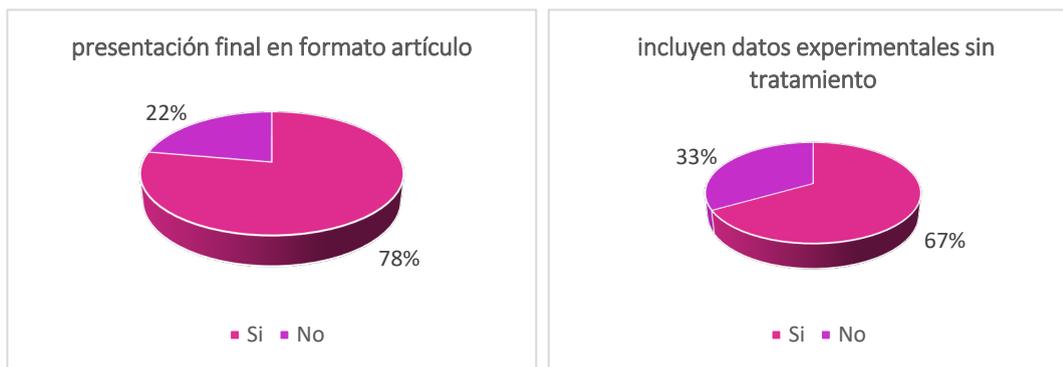


Fig. 2. Presentaciones del proyecto en formato artículo y artículos que incluyen datos experimentales básicos. n=18

Se aprecia claramente como la mayoría de los alumnos entiende el formato de presentación de artículos y se adapta a un modelo de presentación de resultados en este formato. Aun así, más del 20% de los alumnos tiene dificultades en presentar los resultados en este formato nuevo para ellos y mantienen características de un formato más parecido al de los informes de laboratorio habituales en cursos inferiores. Aunque presentan los resultados formato artículo, la mayoría de alumnos incluye datos experimentales básicos obtenidos durante la experimentación, como rectas de calibración, datos de resultados de los equipos analíticos, diluciones de muestras, replicas analíticas, etc.. lo que lleva a un número superior al necesario de tablas y figura y presentación de datos duplicados.

La calificación del proyecto integrado supone un 25 % de la nota de la asignatura y tiene una gran incidencia en la nota final. Esta actividad, además, es obligatoria y no recuperable, por lo que si un alumno no realiza el proyecto difícilmente podrá aprobar la asignatura. En la Figura 4 se presenta la nota media de la asignatura de los últimos cursos.

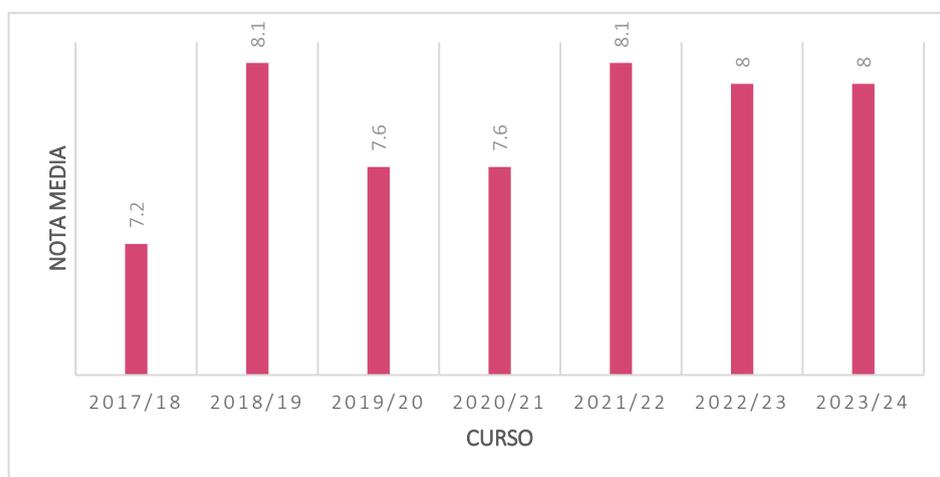


Figura 4. Nota media final de la asignatura de los cursos 2017/18 al 2023/24.

La introducción del proyecto integrado y su realización con metodología *learning by doing* supuso claramente en un aumento de la nota media de la asignatura y se ha mantenido durante los últimos años en un valor de notable alto, aunque el número de alumnos y el tipo de alumnos varíe cada año. En la Tabla 2 se presentan los niveles de cualificación de los alumnos año a año, desde el curso 20217/18 al curso 2023/24, junto con el número de alumnos que cursaron la asignatura cada curso.

Tabla 2. Distribución de las calificaciones de los alumnos del curso 2017/18 al 2023/24

Curso	Nºalumnos	Porcentage de calificaciones (%)			
		Excelente	Notable	Aprobado	No aprobado
2017/18	9	11	56	22	0
2018/19	8	13	88	0	0
2019/20	9	30	30	40	0
2020/21	12	8	75	17	0
2021/22	15	0	73	27	0
2022/23	24	4	88	4	4
2023/24	18	0	89	11	0

En general se aprecia que la introducción del proyecto en el curso 2018/19 ha derivado en un aumento del porcentaje de alumnos con una nota *notable* respecto a *aprobado* (excepto en el curso 2019/20) y el número de *no aprobados* es muy residual, lo que indica que mayoritariamente los alumnos participa en el proyecto.

Los resultados de la encuesta a los alumnos del curso 2023/24, en cuanto se refieren a la evaluación, puntuaron con 4.8/5 la cuestión: *la evaluación corresponde con los objetivos y contenidos de la asignatura*, lo que indica que los alumnos consideran justa su evaluación.

CONCLUSIONES

La propuesta de realizar la experiencia integrada en experimentación química da la oportunidad a los alumnos de diseñar sus propias experimentaciones y ejecutar los experimentos en el laboratorio según su propia planificación. La mayoría de los alumnos consigue finalizar el proyecto y alcanzar todos los objetivos propuestos. Algunos estudiantes tienen dificultades en la presentación de los resultados en formato artículo, lo que debe ser un aspecto a mejorar en las tutorías post-laboratorio. La implementación de este proyecto integrado mediante la metodología activa a derivado en un aumento de la nota media de los alumnos. Destacar que la realización de un proyecto integrado es bien aceptada por los alumnos que valoran muy positivamente los aspectos relacionados con la metodología de aprendizaje, el desarrollo de la asignatura y su evaluación.

REFERENCIAS

Fiol, N., Poch, J., Villaescusa, I. Grape Stalks Wastes Encapsulated in Calcium Alginate Beads for Cr(VI) Removal from Aqueous Solutions. *Separation Sciences and Technology*. 30(3). 343-374. <https://doi.org/10.1081/SS-200048041>

Fiol, N. Tarrés, Q. Vázquez, M.G., Pereira, M.A., Teixeira Mendonça, R., Mutjé, P., Marc Delgado-Aguilar, M. (2021) Comparative assessment of cellulose nanofibers and calcium alginate beads for continuous Cu (II) adsorption in packed columns: The influence of water and the influence of water and surface hydrophobicity. *Cellulose*. Volume 28. 4327–4344. <https://doi.org/10.1007/s10570-021-03809-7>

Negro, C., Merayo, N., Monte, M.C. Balea, A., Fuente, E., Blanco, A. (2019). Learning by doing: Chem-E-Car® motivating experience. *Education for Chemical Engineers*. 26.24-39. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2018.12.003>

Veglio, F., Exposito, A., Reverberl, A.P. (2002). Copper adsorption on calcium alginate beads: equilibrium pH-related model. *Hydrometallurgy*. 65(1), 43-57. [https://doi.org/10.1016/S0304-386X\(02\)00064-6](https://doi.org/10.1016/S0304-386X(02)00064-6)

EMID P10 Generación de propuestas de TFG/M a partir de un proyecto para avanzar en la sostenibilidad de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Melchor Gómez Pérez^a, Ismael Etxeberria Agiriano^b, Pablo Fernández Bustamante^c, Vanessa García Marina^d

Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), España.

^a melchor.gomez@ehu.eus. Orcid 0000-0002-1113-9468

^b ismael.etxeberrria@ehu.eus

^c pablo.fernandez@ehu.eus. Orcid 0000-0002-6881-8357

^d vanessa.garcia@ehu.eus

Abstract

An example is presented of the generation of Final Degree Projects (TFG) and some Master's Degree Projects (TFM) proposals following the award of a grant to develop a project within the Campus Bizia Lab (CBL) programme within the framework of the University of the Basque Country, the objective of which is the installation of a mini wind turbine at the Faculty of Engineering of Vitoria-Gasteiz, in order to analyse and study the particularities of wind energy applied to urban environments. This project requires the multidisciplinary participation of teaching and research staff, students and technical, management and administration and services staff of the university. The characteristics of the project and the cross-disciplinary nature of the participants have allowed the different aspects of the project to be studied in depth, generating the possibility of developing several TFG/M. These have made it possible to give greater depth and greater value to the already interesting project of implementing a wind generator in one of the buildings in the university environment that visualises one of the lines of action in the achievement of Goal 7 of the 2030 Agenda for sustainable development, "Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all".

Keywords: Sustainability, Energy transition, Small wind turbines, Self-consumption, Collaborative learning, SDGs

Resumen

Se presenta un ejemplo de generación de propuestas de TFG/M a partir de la concesión de una ayuda, para desarrollar un proyecto dentro del programa Campus Bizia Lab (CBL) en el marco de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea cuyo objetivo es la instalación de un mini aerogenerador en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, para poder analizar y estudiar las particularidades de la energía eólica aplicada a entornos urbanos. En dicho proyecto se precisa de la participación multidisciplinar del Personal Docente e Investigador (PDI), alumnado y Personal Técnico, de Gestión y de Administración y Servicios (PTGAS) de la universidad. Las características del proyecto y la transversalidad de los participantes, han permitido profundizar los distintos aspectos del proyecto, generando la posibilidad de desarrollar varios Trabajos Fin de Grado (TFG) y algún trabajo Fin de Master (TFM). Estos han permitido dar mayor profundidad y mayor valor al ya de por sí ambicioso proyecto de instalar un mini-aerogenerador en uno de los edificios del entorno universitario, que visualice una de las líneas de actuación en la consecución del Objetivo nº 7 de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, "Garantizar el acceso a una

energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”.

Palabras clave: Sostenibilidad, Transición energética, mini-eólica, Autoconsumo, Aprendizaje colaborativo, ODS.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Al amparo de la ayuda conseguida para la realización del proyecto “Estudio de la viabilidad integral de la energía mini-eólica en la E.I. de Vitoria-Gasteiz”, en la convocatoria de proyectos Campus Bizia Lab, ofertada por el Vicerrectorado de Desarrollo Científico-Social y Transferencia de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), se formó inicialmente un grupo de trabajo multidisciplinar y heterogéneo de profesores de distintos departamentos, junto al personal de administración y servicio del centro donde instalar el mini-aerogenerador. Al cual se debían unir el alumnado comprometido en la consecución de un TFG/M relacionado con nuestro proyecto. El primer paso relevante que debíamos hacer es desarrollar prácticas sostenibles multinivel, es decir, una oferta diversa de posibles proyectos atractivos y estimulantes para que el alumnado se decantase por la realización de este tipo de TFG/M frente a otras propuestas provenientes de las empresas donde el alumnado realiza prácticas en empresa. Con la diversidad de departamentos implicados en el proyecto, concretamente 6 departamentos (Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Energética, Ingeniería de Sistemas y Automática, Tecnología Electrónica, Ingeniería Mecánica, Lenguajes y Sistemas Informáticos), se consiguió llevar adelante 4 propuestas de TFG/M, de entre otras tantas que se han quedado en el tintero, para atraer al alumnado en los diferentes grados donde los docentes del equipo imparten docencia.

El principal hilo argumental para lograr la vinculación del alumnado, en línea con los objetivos del programa CBL, ha sido la de trabajar por un proyecto enfocado en la mejora de la sostenibilidad, que contribuya a la transformación del modelo energético, empezando por el entorno más cercano, donde desarrollamos nuestra actividad diaria. La Universidad en general y la UPV/EHU en particular, está fuertemente vinculada, como no podría ser de otra forma, con el desarrollo de los objetivos de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible a través de la EHU Agenda 2030 (UPV/EHU 2018). Se ha remarcado que los proyectos propuestos forman parte de un objetivo cuya finalidad es la de avanzar en el cumplimiento de uno de los ODS, concretamente el nº7, “Energía accesible y no contaminante”, que tiene sus repercusiones en el resto de objetivos.

La desmembración de proyectos con identidad propia, no debe hacernos olvidar los objetivos principales del proyecto matriz. Por ello es importante remarcar en todos ellos, que el objetivo final es la obtener un sistema de generación de energía limpia y respetuosa con el medio ambiente, una energía renovable que sustituya el uso de combustibles fósiles. Obtener energía autóctona, en el lugar donde se consume, para ser usar la energía en las aplicaciones necesarias del día a día, es contribuir a la transición energética que pretende la neutralidad climática mediante la electrificación máxima de los procesos de generación y consumo que reduzcan o eliminen los procesos de consumo de combustibles fósiles mediante la combustión de los mismos. Participar en una parte de un proyecto alineado con el nuevo escenario energético que permite reducir las necesidades de energía primaria a una cuarta parte de la que utilizamos actualmente, con una reducción considerable de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) hasta obtener un balance neto de cero emisiones.

La instalación de un mini-aerogenerador en la azotea del edificio de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, en un entorno urbano es, además de un reto técnico, una oportunidad para visualizar y poner en valor la apuesta de la comunidad universitaria como agente activo de cambio para un desarrollo humano sostenible. Además, fomenta un enfoque educativo que no se limita a la formación mediante la transmisión de conocimientos, sino que desarrolla la capacidad de las personas para saber investigar, indagar, innovar y contribuir mediante la transferencia de su conocimiento a un cambio transformador hacia la sostenibilidad económica, ambiental y social.

Tan importante es lo uno como lo otro y por eso resulta necesario visualizar que la universidad está implicada en esta tarea, apoyando proyectos pioneros que actúen como punta de lanza y ejemplo a seguir en cuanto a las actuaciones a acometer en las propias instalaciones, en línea con la sostenibilidad vía eficiencia energética y uso de recursos renovables.

METODOLOGÍA

Partiendo de los objetivos del proyecto, enmarcados dentro de uno de los retos del programa CBL en el que nos comprometíamos a impulsar el Reto 1. “Transición energética y lucha contra el cambio climático” (Convocatoria 2023/24). Acciones encaminadas a minimizar el consumo de energía y fomentar el uso de energías limpias y renovables, así como a la determinación y ejecución de medidas para la mitigación y adaptación del cambio climático, entre otras”), el equipo formado por 11 profesores de 6 departamentos elaboró una serie de proyectos parciales para ofertar al alumnado en los grados donde se imparte docencia. La idea consistía en tejer un puzzle donde cada proyecto se ocupaba de dar respuesta a una de las piezas y junta darán la respuesta al proyecto en su conjunto. De todas las propuestas que se elaboraron, solo se tomaron aquellas que fueran factibles de realizar en un tiempo adecuado a la realización de un TFG/M en el curso actual, dejando para otra ocasión otros que requerían de más medios, de más tiempo o simplemente profundizaban demasiado en un aspecto que requería de investigación más profunda, como fue el caso, por ejemplo, del estudio de convertidores de potencia aplicados a la conversión de energía para conectar a red el mini-aerogenerador o la realización de un mapa eólico de la ciudad de Vitoria-Gasteiz en colaboración con una empresa privada.

La virtud de abrir un “brainstorming” de ideas a desarrollar relacionadas con el proyecto inicial, es la amplificación de áreas de trabajo que se vislumbraron, que inicialmente no imaginábamos que podrían estar soterradas en el proyecto macro inicial. La parcelación de tareas en distintas disciplinas abrió la posibilidad a incrementar a futuro el número de TFG/M en distintos grados. La relación con las empresas suministradoras de los materiales necesarios para la instalación del mini-aerogenerador, aportaron nuevas ideas para la realización in situ de alguno de esos materiales y/o abrieron la posibilidad a mejorar y ampliar el radio de estudio inicialmente previsto, por ejemplo, en la toma de datos de viento in situ, empezamos con la utilización de una estación meteorológica básica con la que seguimos tomando los datos, la PCE-FWS 20N que nos donó la empresa [PCE instruments](#) y posteriormente surgió la posibilidad con la empresa Roseo Eólica Urbana S.L, de instalar anemómetros ultrasónicos de comunicación digital Rika Sensors, de mayor precisión y calidad de datos sobre viento que nos permitirían una mejor modelación del viento en el emplazamiento.

Por tanto, las extensiones que se abrían eran muchas, pero las que al final terminaron asentándose en el presente curso fueron cuatro de ellas, que consideramos factibles y atractivas para los alumnos de los distintos grados y Master. El resto se han quedado en el cajón de reserva para valorar su idoneidad en un futuro curso.

RESULTADOS

Cada miembro del equipo docente ofertó al alumnado el TFG/M más idóneo entre los propuestos, a través de sus respectivas asignaturas y a través de las páginas webs de los centros donde se imparten los grados y/o Masters. También se sondeó el interés del alumnado sobre el resto de proyectos que no fueron en principio seleccionados por si fuera de su interés.

Los proyectos generados y ofertados:

- TFG1. Recogida y visualización gráfica web de datos meteorológicos para estudio de energía mini eólica.
- TFG2. Estudio de viabilidad de un aerogenerador instalado en un edificio en un entorno urbano
- TFM3. Monitorización inalámbrica de variables ambientales para optimizar la

- producción energética en estaciones de energía renovable (fotovoltaica y mini-eólica)
- TFG4. Análisis de las reacciones y dimensionado de la base de un mini-aerogenerador de 5KW.

En cada uno de los proyectos desarrollados, se han iniciado los primeros pasos para desarrollarlos, en unos casos no hemos encontrado todavía alumnos dispuestos a emprender el proyecto, pero el equipo CBL si ha iniciado el proyecto a la espera de poder desarrollarlo en su totalidad en un TFG/M.

TFG1. Recogida y visualización gráfica web de datos meteorológicos para estudio de energía mini eólica.

Este trabajo se oferto a los Grados en Ingeniería Informática de Gestión y Sistemas de Información, y al Doble Grado en Administración y Dirección de Empresas y en Ingeniería Informática de Gestión y Sistemas de Información. Fue un alumno del doble grado el que ha iniciado el proyecto, abandonando el mismo después de algunos avances.

A través de la estación meteorológica inalámbrica instalada por nuestro equipo de trabajo CBL en la azotea del edificio, se han recogido una muestra de datos durante un año, los cuales son públicos y accesibles a través de dos páginas webs, wunderground y weathercloud. Para poder enviar los datos a la red, primero son recogidos vía radio por un dispositivo situado a unos 50 metros del mástil. Este a su vez se conecta con una Rasberry pi 4 model B, la cual previamente programada en lenguaje Python recoge, almacena y envía los datos a los servidores de la red. El tratamiento de estos datos genera la elaboración de gráficas que han simplificado el análisis de los datos recogidos y han facilitado el estudio de condiciones de viento, simulación de capacidad de recurso energético disponible, etc.

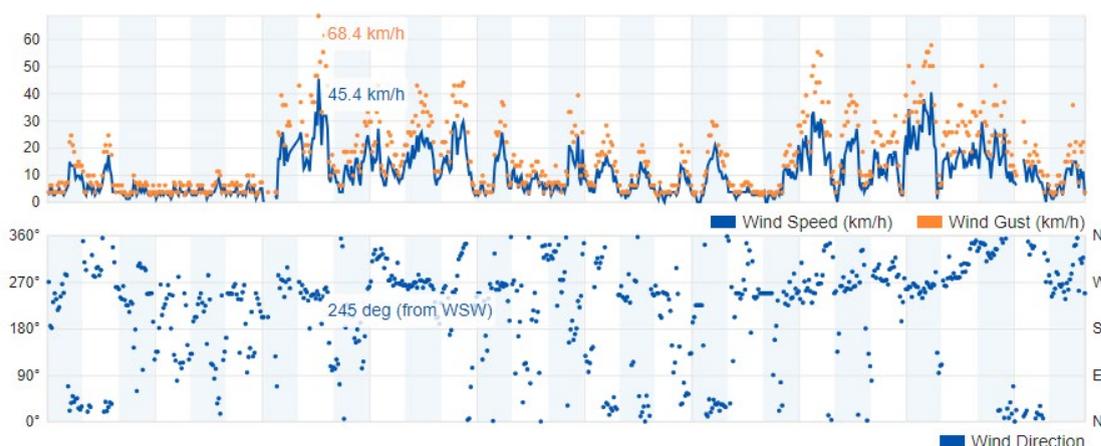


Fig. 1. Datos de velocidad (km/h) y dirección de viento en febrero de 2024

TFG2. Estudio de viabilidad de un aerogenerador instalado en un edificio en un entorno urbano.

Este trabajo se oferto a los diferentes Grados impartidos en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz y al Grado en Ciencias Ambientales de la Facultad de Farmacia. Hasta el momento ningún alumno ha tomado la iniciativa de hacer este TFG. Partiendo de los datos de simulación de potencial eólico del emplazamiento, corroborados por los obtenidos por el TFG1 (Gómez 2023), queda por definir el tipo de aerogenerador más adecuado, ponderando las variables técnicas, económicas y las características constructivas del emplazamiento. EL proyecto debe tener en cuenta el doble uso previsto para el aerogenerador. Por una parte, tiene que ser accesible para la utilización en laboratorios de investigación y por otra, debe estar acondicionada para la conexión a la red eléctrica permitiendo el autoconsumo del edificio. Esto requiere de un estudio de las necesidades del punto de conexionado a la red y del lugar donde se centralizan los equipos de control, recogida de información y tratamiento de datos y de un estudio de las necesidades adicionales para ampliar diversas aplicaciones o mejoras en el

funcionamiento del mismo. La parte correspondiente a su funcionamiento en modo autoconsumo, requiere del diseño de los equipos necesarios para los sistemas de control y de conexión a red. Con los datos previstos de generación eléctrica, comparados con los de consumo del edificio, se obtendrá el estudio económico de viabilidad de la instalación. La otra parte del estudio dedicado al uso del aerogenerador para operar en modo off Grid se centra únicamente en diseñar la instalación y los equipos de maniobra y protección para que puedan hacer uso del sistema de generación mini-eólica desde los laboratorios de investigación.

TFM3. Monitorización inalámbrica de variables ambientales para optimizar la producción energética en estaciones de energía renovable (fotovoltaica y mini-eólica).

Este trabajo se ha ofertado en el Máster en Ingeniería de Control, Automatización y Robótica. Hasta el momento ningún alumno ha tomado la iniciativa de hacer este TFM. La idea de este proyecto es la de ampliar y mejorar la calidad de las medidas obtenidas en el TFG1 al poder disponer, gracias a la colaboración con la empresa Roseo Eólica Urbana S.L., de un anemómetro ultrasónico 2D de comunicación digital Rika Sensors. El proyecto se ampliaba con el estudio de los datos relativos al potencial solar del emplazamiento y el diseño de un Smart device de bajo coste con los sistemas de monitorización de baja potencia y área amplia, conocidas como Low Power Wide Area Network (LPWAN). Este tipo de redes están diseñadas específicamente para utilizarse en dispositivos IoT que requieran bajo consumo de alimentación, y que operen en redes de alcance local, regional, nacional o global. Este diseño resulta óptimo para estaciones que están ubicadas en lugares alejados y donde resulta interesante dotar de mayor independencia a los sistemas de monitorización

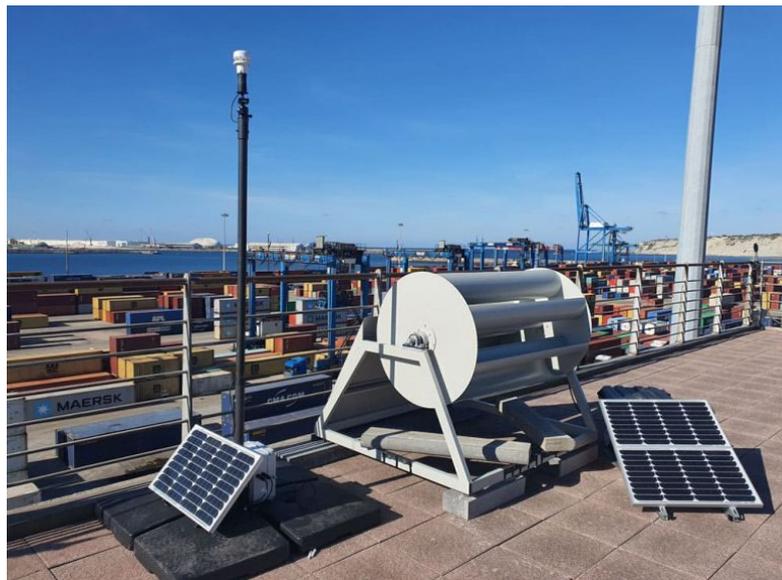


Fig. 2. Estación de medida proporcionada por Roseo Eólica Urbana S.L.

TFG4. Análisis de las reacciones y dimensionado de la base de un mini-aerogenerador de 5KW.

Este trabajo se ha ofertado en el Grado en Ingeniería Mecánica. Hasta el momento ningún alumno ha tomado la iniciativa de hacer este TFM. Para dar continuidad a un proyecto TFG presentado en la anterior convocatoria CBL, donde se calcularon las fuerzas que se aplican sobre el aerogenerador, basándose en la norma UNE-EN 61400-2:2015, calculando los perfiles de la torre en forma de celosía, mediante el método de los elementos finitos. En este trabajo se pretende comprobar los resultados con el programa de simulación y cálculo de estructuras CYPE Ingenieros. Para ello se construirá la estructura en forma de celosía con los perfiles de la serie L y T que existan en la base de datos de dicho programa y que más se asemejen a los especificados en el estudio anterior. Se aplicarán en el extremo superior de la torre propiamente del aerogenerador todas las cargas calculadas previamente, tanto fuerzas como

momentos, y se analizarán las reacciones en la base para poder diseñar la estructura de sujeción del mini-aerogenerador más adecuada. La intención es que las reacciones de los apoyos no superen la carga predeterminada de 100kg/m² que soporta el solado donde se colocará el aerogenerador. La propuesta que se está simulando es la de una base formada por cuatro vigas en cruz de perfil IP180 de 3 metros de largo cada una, unidas mediante una placa metálica de 50mm de espesor donde se ancla la torre en celosía del aerogenerador.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de la estrategia para la generación de TFG/M ha resultado muy interesante. A partir de un proyecto marco ejecutado por un grupo de personas de distintas áreas de conocimiento se han podido detectar múltiples posibilidades de desarrollar trabajos parciales de suficiente entidad como para ser abordados individualmente. Incluso otros adicionales de mayor envergadura. Por otro lado, se ha visto la dificultad de captar alumnos dispuestos a comprometerse en la elaboración de TFG/M con los proyectos planteados. Si bien el proyecto en su conjunto era bien acogido por el alumnado, resultaba inabordable por una sola persona y el trabajo parcial en una de las tareas no ha tenido buena acogida, quizás por la dependencia de cierto conocimiento de otras áreas ajenas.

Respecto al proyecto general, la toma de datos en al menos un año de duración es imprescindible para analizar el mejor emplazamiento, una estimación de la generación neta que permita hacer un análisis técnico-económico adecuado y una mejor elección de aerogenerador a instalar. De lo contrario, tal como indica el informe de NREL (National Renewable Energy Laboratory), existen muchas posibilidades de quedar en un intento fallido, como así ocurre en muchos proyectos que incluyen mini-eólica en entornos urbanos.

Los datos obtenidos permiten concluir que la instalación de un mini-aerogenerador sería una buena actuación para conseguir el avance en la sostenibilidad de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). La generación de energía eléctrica para autoconsumo producida por el mini-aerogenerador reduce el presupuesto energético que se destina a tal fin y sustituye el consumo de combustibles fósiles, por el uso de energía renovable y no contaminante por al menos 25 años. La generación eólica complementa la generación fotovoltaica que se dispone en la actualidad y permite disponer de una curva de generación bastante homogénea en todo el año y en todas las horas del día. El coste de la instalación puede ser amortizado en 8 años y su valor de visibilidad en un entorno universitario, como ejemplo de buenas prácticas, no tiene precio, a la vez que permite poder desarrollar proyectos de investigación in situ a partir de la instalación eólica.

Para poder finalizar el proyecto de instalación de un mini-aerogenerador, es imprescindible que la Vicegerencia de Planificación e Infraestructuras de la UPV/EHU asuma el coste de la infraestructura acogiendo a las ayudas gestionadas a través del Ente Vasco de Energía (EVE) mediante el “Programa de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia”, financiado por la Unión Europea – NextGenerationUE. También sería necesario una adecuación de la normativa municipal para facilitar este tipo de instalaciones en entornos urbanos. Afortunadamente nos consta que los técnicos del ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz están estudiando estas circunstancias.

REFERENCIAS

Convocatoria de proyectos campus bizia lab deialdia 2023/24.
<https://www.ehu.es/es/web/iraunkortasuna/campus-bizia-lab-2022-2023>

Gómez, M., Fernández, P., Etxeberria, I y Gomez, A. (2023). Aplicación de energía eólica en entornos urbanos: Proyecto de sostenibilidad educativa. En Actas del IX Congreso de la Red Española de Política Social, PARTE III (pp 74-79). Alimara, Innovació i Metodologia en Afers Socials.

Sáez de Cámara E, Fernández I, Castillo-Eguskita N.(2021) A Holistic Approach to Integrate

and Evaluate Sustainable Development in Higher Education. The Case Study of the University of the Basque Country. Sustainability. 13(1):392.

UPV/EHU (2018) EHUagenda 2030 for sustainable development.
<https://www.ehu.eus/es/web/iraunkortasuna/ehuagenda-2030>

Visualización de datos de la estación meteorológica en: Wunderground y Weaahercloud
(05/2024)

<https://www.wunderground.com/dashboard/pws/IVITOR63>, <https://app.weathercloud.net/map#7381295121>

TRANSFORMACIÓN DIGITAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- La IA como herramienta de evaluación y de creación de contenido
- La IA, ¿aliada o enemiga?
- Industria 4.0 y sociedad 5.0
- Entornos virtuales y redes sociales
- Modelos de aprendizaje semipresencial y en línea
- Nuevos materiales de aprendizaje
- Plataformas educativas

Presentaciones

RFI 001 Perspectivas y Avances en la Consolidación del Título Dual del Grado en Ingeniería en Automoción de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (UPV/EHU)

M^a Dolores Encinas Malagón^a, Estíbaliz Apiñaniz Fernández de Larrinoa^a, Amaia Mesanza Moraza^a, Ruperta Delgado Tercero^a, José Miguel Gil-García Leiva^a, Zurifié Gómez de Balugera López de Alda^a y Xabier Basogain Olabe^a

^aUniversidad del País Vasco /Euskal Herriko Unibertsitatea, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, C/ Nieves Cano 12, 01010 Vitoria-Gasteiz.

Abstract

Dual training emerges as an innovative model in engineering, combining theoretical learning with practical experience. The Automotive Engineering Degree at the UPV/EHU is dual and has been developed in collaboration with companies in the sector. This communication describes the background, the design of the dual program and its implementation, as well as the relationships with collaborating companies and students to guarantee its quality and relevance in the labor market.

Keywords: Dual training, Automotive engineering, Educational innovation, Blended educational approach.

Resumen

La formación dual emerge como un modelo innovador en ingeniería, combinando aprendizaje teórico con experiencia práctica. El Grado de Ingeniería en Automoción de la UPV/EHU es dual y ha sido desarrollado en colaboración con empresas del sector. En esta comunicación se describen los antecedentes, el diseño del programa dual y su implementación, así como las relaciones con las empresas colaboradoras y el estudiantado para garantizar su calidad y relevancia en el mercado laboral.

Palabras clave: Formación dual, Ingeniería en automoción, Innovación educativa, Enfoque educativo mixto.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el panorama educativo actual, la formación dual emerge como un modelo innovador y altamente efectivo para la preparación de profesionales en el campo de la ingeniería, especialmente en disciplinas tan especializadas y dinámicas como la ingeniería en automoción. Este enfoque educativo combina de manera integral el aprendizaje teórico en las aulas con la experiencia práctica en entornos laborales reales, proporcionando al estudiantado una plataforma única para adquirir habilidades técnicas avanzadas, desarrollar competencias profesionales y enfrentar los desafíos cambiantes de la industria automovilística.

En el contexto del grado de ingeniería en automoción, la formación dual se erige como una respuesta precisa a las demandas de una industria en constante evolución y marcada por la rápida innovación tecnológica. Este programa educativo ofrece al estudiantado la oportunidad de fusionar los fundamentos teóricos de la ingeniería con una inmersión práctica en el mundo laboral de la automoción desde etapas tempranas de su formación académica. A través de esta sinergia entre teoría y práctica, el estudiantado no solo consolida su comprensión de los principios fundamentales de la ingeniería en automoción, sino que también desarrolla la capacidad de aplicar esos conocimientos en situaciones reales y resolver problemas complejos de

manera efectiva.

En esta comunicación, se explora en detalle la formación dual en el grado de ingeniería en automoción de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz de la UPV/EHU, analizando su estructura, beneficios y desafíos, así como su impacto en la preparación de profesionales altamente cualificados y adaptados a las demandas de la industria actual. En un mundo donde la innovación y la tecnología están transformando rápidamente el sector de la automoción, la formación dual emerge como una herramienta educativa indispensable para cultivar el talento necesario para impulsar el futuro de la ingeniería en automoción.

GRADO DUAL DE INGENIERÍA EN AUTOMOCIÓN EN UPV/EHU

El Grado Dual de Ingeniería en Automoción en la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) representa una innovadora propuesta educativa diseñada para abordar las demandas del sector de la automoción en constante evolución. En este contexto, este apartado se enfoca en tres aspectos fundamentales de este programa: antecedentes y contexto, diseño del programa de título dual e implementación y desarrollo. En primer lugar, se presenta el contexto que impulsó la creación de este programa, destacando la necesidad de formar profesionales altamente cualificados y adaptados a las demandas de una industria caracterizada por la rápida innovación tecnológica y la competitividad global. Posteriormente, se examina el diseño integral del programa, que combina aprendizaje teórico en el campus universitario con experiencias prácticas en empresas asociadas. Finalmente, se analiza la implementación del programa y su evolución, destacando la colaboración entre la universidad y el sector empresarial para garantizar la relevancia y calidad de la formación ofrecida.

Antecedentes y contexto

Los antecedentes del Grado Dual de Ingeniería en Automoción en la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) se enmarcan en la necesidad de formar profesionales altamente capacitados para satisfacer las demandas de la próspera industria de la automoción en la región, especialmente en Vitoria, Álava y el País Vasco en general, donde se concentra una gran presencia de empresas del sector. Conscientes de esta realidad, la UPV/EHU ha establecido una colaboración estrecha con estas empresas líderes en el campo de la automoción para desarrollar un plan de estudios que responda de manera precisa a las necesidades y exigencias del sector.

La creación del plan de estudios se llevó a cabo de manera participativa, con la contribución activa de representantes de empresas locales del sector de la automoción. Estas empresas aportaron su experiencia y conocimientos del mercado laboral, identificando las habilidades y competencias necesarias para los ingenieros en automoción en la actualidad y en el futuro cercano. Además, proporcionaron información valiosa sobre las últimas tendencias tecnológicas, los desafíos específicos del sector y las oportunidades de crecimiento.

Gracias a esta colaboración, el plan de estudios del Grado Dual de Ingeniería en Automoción se diseñó con un enfoque práctico y orientado al mercado, asegurando que el estudiantado adquiera las habilidades y conocimientos necesarios para destacarse en el campo de la automoción desde el primer día de su carrera profesional. Asimismo, esta asociación entre las empresas y la Escuela garantiza que el programa se mantenga actualizado y relevante en un entorno en constante cambio, proporcionando al estudiantado una ventaja competitiva en el mercado laboral.

En la actualidad existen 4 Grados en España en el ámbito de la Ingeniería en Automoción, de los cuales el impartido en Vitoria-Gasteiz fue el primero en ser verificado y autorizado por el Consejo de Ministros. Este Grado en Ingeniería en Automoción, que comenzó su implantación en el curso 17/18 es, hoy por hoy, el único grado de estas características que es dual.

Diseño del programa de título dual

El enfoque dual permite al estudiantado complementar su formación académica con una inmersión directa en entornos laborales reales, donde puede aplicar sus conocimientos en proyectos reales, enfrentarse a desafíos del mundo real y colaborar estrechamente con profesionales de la industria. Esto le proporciona al estudiantado una comprensión más profunda y holística de la ingeniería en automoción, preparándolo para ser líderes en la innovación y la excelencia en este campo altamente competitivo. El hecho de que un Grado sea dual implica que todo el alumnado tiene que cursar de forma obligatoria parte de su formación (25% de los ECTS totales en las empresas o con formación directa de las mismas).

Con este propósito el diseño del programa del grado en ingeniería en automoción incluye cuatro asignaturas curriculares de estancia en una empresa colaboradora: Prácticas Externas 1, Prácticas Externas 2, Prácticas Externas 3 y Prácticas Externas 4 con un total de 42 ECTS realizados durante el 3º y 4º curso. En la formación dual también se incluyen 6 ECTS que imparten las empresas colaboradas en formato Master Class sobre tecnologías y proyectos reales del sector; además se incluye la realización del trabajo fin de grado (TFG) de 12 ECTS que se desarrolla en la empresa colaborada. De esta forma, el grado comprende 60 ECTS que realizan con las empresas colaboradoras, otorgándole al grado el nombre de título dual. Más información del plan de estudios y distribución de créditos en <https://www.ehu.eus/es/web/graduak/grado-ingenieria-automocion>.

El estudiantado y la empresa se vinculan a través de un convenio de cooperación educativa. Dicho convenio recoge el proyecto formativo que desarrollará el estudiantado en su estancia en la empresa, así como los datos correspondientes al tutor/a de la Escuela, instructor/a de la empresa, las fechas, horas y horarios de la estancia, y bolsa de ayuda, además de los derechos y obligaciones de las partes, condiciones de seguridad, protección del estudiantado y aspectos legales y administrativos. Además, la primera vez que una empresa o entidad colaboradora participa en la formación dual, se establece un convenio marco de colaboración que establece el compromiso de ambas instituciones (Empresa y Escuela) en favorecer la formación del estudiantado en formato dual.

El proyecto formativo del estudiantado se realiza con la tutela del instructor/a de empresa y del tutor/a de la Escuela. En el día a día el estudiantado está en contacto con el instructor/a; el tutor/a establece a lo largo del periodo de las prácticas varias reuniones de seguimiento además de una reunión inicial y una reunión final en la que se realiza la presentación del trabajo realizado por parte del estudiantado. El tutor/a y el instructor/a evalúan la formación dual de acuerdo con la normativa indicada en la guía de las asignaturas cursadas.

Implementación y desarrollo

La titulación del grado de ingeniería en automoción tiene el Sello de Calidad de Formación Universitaria Dual con número de registro 01001668-D2018-018 concedido por Unibasq – Agencia de Calidad del Sistema Universitario Vasco. Este programa iniciado en 2017 tenía como fin la evaluación de propuestas de titulaciones de Grado y Máster presentadas para la obtención del reconocimiento de “formación dual o alternancia Universidad-Entidad”, conforme al Protocolo elaborado por Unibasq a tal efecto.

El grado se puso en marcha en el curso académico 2017-18, y en el actual curso 2023-24 se graduará la 4ª promoción. Cada curso académico ingresa 40 personas al grado. La fase de implementación inicial ha presentado un reto tanto para la docencia reglada de las nuevas asignaturas teóricas como para la formación docente en las empresas. La formación dual es un nuevo paradigma tanto para las empresas que estaban solo familiarizadas con prácticas extracurriculares, como para el alumnado que se enfrenta a un proyecto formativo de larga

duración en un ámbito profesional e industrial fuera de las aulas.

Para asegurar la calidad de la formación y fomentar la colaboración con las empresas, se implementaron diversas estrategias dentro del Grado Dual de Ingeniería en Automoción en la UPV/EHU. Una de estas estrategias fue la organización de un evento en junio de 2021 (justo cuando se graduaba la primera promoción de este nuevo grado) donde se reunieron las empresas colaboradoras en la Escuela. Este evento proporcionó un espacio para el intercambio de ideas, la discusión de tendencias del sector y la identificación de necesidades específicas de la industria en términos de habilidades y competencias requeridas en los nuevos profesionales. Además, este tipo de encuentros facilita la creación de redes de colaboración entre la universidad y las empresas, fortaleciendo así la relación y garantizando una formación más alineada con las demandas del mercado laboral.

También se estableció un contacto continuo con los instructores y los responsables de recursos humanos de las empresas colaboradoras. Este seguimiento cercano permitió una retroalimentación constante sobre el desempeño del estudiantado en sus prácticas, así como la adaptación, en la medida de lo posible, de contenidos del plan de estudios para satisfacer las necesidades emergentes de la industria. Asimismo, este contacto directo permitió identificar oportunidades de mejora en el programa, así como áreas donde se podía fortalecer la colaboración entre la universidad y las empresas para maximizar los beneficios para el estudiantado y para las empresas en su conjunto.

En estos primeros pasos del Grado Dual de Ingeniería en Automoción en la UPV/EHU también se ha considerado fundamental la participación estudiantil y la retroalimentación recibida. Se ha implementado un sistema estructurado para fomentar la participación del estudiantado en el proceso educativo, brindándole la oportunidad de expresar sus opiniones, compartir sus experiencias y contribuir al mejoramiento continuo del programa. Se han realizado encuestas periódicas y sesiones de retroalimentación, donde el estudiantado puede destacar los puntos fuertes y débiles del programa, que incluyan la relevancia de los contenidos, la calidad de las prácticas en empresas y el apoyo recibido por parte del personal académico y empresarial. Además, se han identificado áreas de mejora, tales como la necesidad de mayor flexibilidad en la planificación de las prácticas, la inclusión de más recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el fortalecimiento de las habilidades blandas requeridas en el ámbito laboral. Estas sugerencias y comentarios son considerados de manera activa en la revisión y actualización continua del programa, garantizando así una formación de alta calidad que responda a las expectativas y necesidades del estudiantado y del sector de la automoción.

DISCUSIÓN

En esta sección de Discusión, se destacan diversos aspectos del desarrollo del Grado Dual de Ingeniería en Automoción de la UPV/EHU así como el efecto de la aplicación del Real Decreto 822/2021 por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad (Real Decreto 822, 2021).

Resultados e impacto

Análisis de la trayectoria y desempeño del estudiantado graduado del programa dual: Se lleva a cabo un seguimiento de la trayectoria académica y profesional del estudiantado que ha completado el programa dual. Esto incluye la evaluación de sus logros académicos, su participación en prácticas laborales, así como su inserción en el mercado laboral y el desarrollo de sus carreras profesionales.

Resultados de encuestas de satisfacción del estudiantado, profesorado y empleadores: Se recopilan y analizan los resultados de encuestas y estudios de satisfacción realizados al estudiantado, profesorado y empleadores. Estas evaluaciones proporcionan información valiosa

sobre la percepción y la experiencia de los diferentes actores involucrados en el programa, permitiendo identificar áreas de éxito y oportunidades de mejora.

Evaluación del impacto del programa en la industria: Se realiza un análisis del impacto del programa en la industria de la automoción. Se evalúa cómo la formación del estudiantado ha contribuido a satisfacer las necesidades de talento de las empresas del sector, así como a impulsar la innovación y el desarrollo económico del sector.

Lecciones aprendidas y buenas prácticas

Reflexión sobre los aspectos positivos y áreas de mejora del programa: Se realiza una reflexión crítica sobre los aspectos positivos del programa, destacando los logros alcanzados y los beneficios obtenidos tanto para el estudiantado como para la industria. Además, se identifican las áreas de mejora que requieren atención para fortalecer el programa y maximizar su efectividad en el futuro.

Identificación de buenas prácticas y estrategias exitosas: Se identifican las buenas prácticas y estrategias que han contribuido al éxito del programa dual. Esto incluye la implementación de metodologías innovadoras de enseñanza y aprendizaje, y el establecimiento de una estrecha colaboración con la industria.

Recomendaciones para otras instituciones interesadas en implementar programas similares: Se ofrecen recomendaciones y orientaciones prácticas para otras instituciones educativas interesadas en implementar programas duales similares tanto en Enseñanzas Técnicas como en Ciencias Sociales y Jurídicas, Ciencias, Humanidades, y Ciencias de la Salud. Estas recomendaciones se basan en las lecciones aprendidas y las buenas prácticas identificadas durante el desarrollo y la implementación del programa en la UPV/EHU, con el objetivo de facilitar el proceso de implementación y garantizar el éxito de programas similares en otras instituciones.

Mención Dual en las enseñanzas universitarias oficiales

El Real Decreto 822/2021 en su artículo 22, titulado Mención Dual en las enseñanzas universitarias oficiales, indica que los títulos universitarios oficiales de Grado y de Máster podrán incluir la Mención Dual. Con la entrada en vigor del Real Decreto 822/2021, el Sello de Calidad del grado dual en Ingeniería en Automoción de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (UPV/EHU) se asocia de forma transitoria a la Mención Dual regulada por el artículo 22 dicho Real Decreto.

Por otra parte, la Mención Dual de este decreto exige un vínculo jurídico entre el estudiantado y la entidad colaboradora que puede afectar a la formación dual tradicional. El decreto obliga a que la relación de la universidad con la empresa donde se realiza la formación se establezca a través de un contrato laboral (contrato de formación en alternancia). Hasta el curso pasado el 100% de los convenios duales han sido convenios educativos que no tienen vínculo jurídico entre alumnado y empresa. Este aspecto puede resultar conflictivo hasta que las empresas asuman este nuevo modelo de vínculo con el alumnado en formación dual. Existe una moratoria hasta Enero del 2026 para aplicar la obligatoriedad del contrato.

REFERENCIAS

Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad. BOE» núm. 233, de 29/09/2021. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/09/28/822/con>

RFI O02 Acciones para implementar una educación transformadora en la adquisición de competencias de sostenibilidad en Ingeniería y Diseño Industrial

Ò. Santos-Sopena^a, N. Merayo^b, I. Panea^c y I. Carrillo^d

Universidad Politécnica de Madrid, E.T.S. de Ingeniería y Diseño Industrial, Ronda de Valencia 3, Madrid

oscar.santos.sopena@upm.es n.merayo@upm.es irene.panea.rodriguez@upm.es isabel.carrillo@upm.es

Abstract

The prototyping actions of ideas result from the interaction of the all-inclusive university community and drive transformative education in undergraduate degrees within the field of Industrial Technologies. The consortium Movimiento 4.7, a space for meeting and collective construction of different sectors, is dedicated to promoting quality education by fostering critical thinking that prepares students to become agents of change contributing to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs) at all educational levels. Between 2023 and 2026, pilot experiences led by the ONGAWA association will be carried out to gather evidence on the strategic, methodological, and cultural aspects that contribute to changes in students' sustainability competencies. The ETSIDI-UPM cooperates in this alliance, along with other higher education institutions, by offering and endorsing training and participation spaces for students, faculty, and university staff, to consider the impact of transformative education on sustainability competencies and global citizenship. Specific research and a pilot experience will be carried out at the university level. In the first part of this research, the prototyping of ideas and the development of working groups are promoted thanks to a series of participatory methodologies.

Keywords: Sustainability competencies, Transformative education, Movimiento 4.7, Participatory training, Global citizenship, Pilot experience, University community.

Resumen

Las acciones de prototipado de ideas nacen de la interacción de toda la comunidad universitaria e impulsan una educación transformadora en los grados dentro del ámbito de las Tecnologías Industriales. El consorcio Movimiento 4.7, espacio de encuentro y construcción colectiva de diferentes sectores, se dedica a promover una educación de calidad fomentando el pensamiento crítico que prepara a los/las estudiantes para convertirse en agentes de cambio que contribuyan al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en todos los niveles educativos. Entre 2023 y 2026, se realizarán experiencias piloto lideradas por ONGAWA para recopilar evidencias sobre los aspectos estratégicos, metodológicos y culturales que contribuyen a cambios en las competencias de sostenibilidad de los/las estudiantes. La ETSIDI-UPM colabora en esta alianza, y junto con otras instituciones de educación superior, ofreciendo y promoviendo espacios de formación y participación para estudiantes, PDI y PTGAS, con el objetivo de evaluar el impacto de la educación transformadora en las competencias de sostenibilidad y la ciudadanía global. Se llevará a cabo una investigación y una experiencia piloto específicamente en el nivel universitario. En una primera parte de esta investigación, se impulsa el prototipado de ideas y el desarrollo de los grupos de trabajo gracias a una serie de metodologías participativas.

Palabras clave: competencias de sostenibilidad, educación transformadora, Movimiento 4.7, formación participativa, ciudadanía global, experiencia piloto, comunidad universitaria.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En un contexto actual de Educación transformadora y de creciente conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad, considerando tanto los aspectos medioambientales como los sociales, y la necesidad de una ciudadanía global consciente y comprometida, la educación emerge como un catalizador fundamental y agente de transformación para afrontar los retos futuros y dar una respuesta eficiente a la resolución de los problemas complejos que puedan presentarse (Bakkali, 2020). El Movimiento 4.7, desde el liderazgo colectivo, impulsa acciones en torno a la necesidad de incorporar, medir y financiar adecuadamente una Educación para la Ciudadanía Global a nivel local, autonómico y estatal (Movimiento 4.7, 2024). Además, se posiciona en la vanguardia de esta alternativa, trabajando de manera transdisciplinar y multisectorial para promover una educación de calidad que capacite a los/las estudiantes para enfrentar los desafíos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en todos los niveles educativos, siendo este uno de los puntos esenciales del Movimiento 4.7 (Edukalboan, 2024). De esta forma, se impulsa claramente un desarrollo de las competencias profesionales, académicas y emocionales, igual que unas herramientas como son las habilidades (tanto las *Hard* como las *Soft Skills*). En línea con este compromiso y alianza educativa, se ha diseñado un programa de desarrollo de experiencias piloto, abarcando desde la primaria hasta la educación superior, con el propósito de generar evidencia sobre los factores que inciden en la adquisición de competencias de sostenibilidad por parte del alumnado. En nuestro caso nos vamos a centrar en la educación superior, objetivo de nuestra misión como institución educativa universitaria.

Dentro de nuestro marco de acción vamos a describir los aspectos fundamentales y acciones significativas que se han llevado a cabo en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSIDI-UPM) junto a ONGAWA, *Ingeniería para el Desarrollo Humano*, en el marco del Convenio firmado por la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo (AECID) 2022/PCONV/000319 “Alianza 4.7 por una ciudadanía global: cumplir nuestro compromiso en 2030”. Este proyecto, liderado por ONGAWA (Ongawa, 2024), ofrece las oportunidades necesarias para poder seguir trabajando en los ejes esenciales de actuación que ya lleva la ETSIDI-UPM desarrollando en los últimos 6 años. Estos se resumen en las tres líneas de acción fundamentales dentro del ámbito del emprendimiento e innovación social:

1. Desarrollar acciones en el marco de la sostenibilidad, innovación y emprendimiento.
2. Impulsar, promover y consolidar proyectos de innovación tecnológica e investigación-acción en los que se incluya a toda la comunidad universitaria.
3. Fomentar la renovación pedagógica a través de las vocaciones STEAM.

Gracias a la convergencia de las líneas de compromiso del Movimiento 4.7 y el trabajo previo realizado por la ETSIDI-UPM en el marco del INNOVA HUB ETSIDI (ETSIDI, 2024)) se han establecido unas claras líneas de acción. De este modo, el objetivo principal de este programa es evaluar el impacto de la educación transformadora en las competencias de sostenibilidad y la promoción de una ciudadanía global activa. Para lograrlo, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Desarrollar experiencias piloto que permitan recopilar evidencias sobre los aspectos estratégicos, metodológicos y culturales en los centros educativos que contribuyan a cambios significativos en las competencias de sostenibilidad del alumnado en particular y de toda la comunidad universitaria en general.
2. Establecer el Movimiento 4.7 como un espacio de formación y participación para estudiantes, PDI y PTGAS, con el fin de fomentar la colaboración y el intercambio de buenas prácticas ya existentes en el ámbito de la educación para la sostenibilidad.
3. Realizar una investigación específica y una experiencia piloto en el nivel universitario, con el propósito de explorar nuevas estrategias y enfoques que promuevan una educación superior más orientada hacia la sostenibilidad y la ciudadanía global dentro del ámbito de las Tecnologías Industriales.

Obtener e impulsar estos objetivos nos permitirá avanzar hacia una educación más inclusiva, equitativa y sostenible, preparando a las generaciones futuras para enfrentar los desafíos del siglo XXI de manera efectiva, responsable y transformadora (Bakkali, 2020). Por ende, desarrollando un marco de saberes, competencias y actitudes necesarias para construir sociedades más justas, fomentando destrezas y capacidades para integrar una ciudadanía consciente y activa por el desarrollo sostenible, por la justicia social y por el cumplimiento de los Derechos Humanos (Vásquez, 2022; Santos-Sopena, 2023).

METODOLOGÍA Y RESULTADOS PEDAGÓGICOS

Para alcanzar los objetivos planteados en la sección anterior, se implementará una metodología participativa y colaborativa, que involucre a estudiantes, docentes y personal técnico y administrativo (PTGAS) en todas las etapas del proceso (Fig. 1). El desarrollo de experiencias piloto se llevará a cabo en tres fases principales, distribuidas a lo largo de un período de tres años (2023-2026) y que se resumen a continuación de forma sucinta:

- Planificación y diseño (acción 1): Durante el primer año, se han realizado sesiones de planificación y reflexión en cada centro educativo participante, en este caso concreto en la ETSIDI, así como sesiones de planificación y colaboración intercentros. En estas sesiones se han definido los objetivos específicos de las experiencias piloto seleccionadas, así como las estrategias y actividades a implementar. Estas sesiones se basaron en los principios de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) y se alinean con los ODS, en particular con el ODS 4: *Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos*; y la Meta 7. En concreto, las sesiones realizadas en esta fase se orientaron al PDI y PTGAS con el objetivo de compartir visiones sobre la sostenibilidad, así como reflexionar sobre los conceptos relacionados con el tema. Se generaron grupos de trabajo para compartir experiencias y visiones sobre cómo evolucionar hacia la educación transformadora.
- Implementación y evaluación intercentros (acción 2): Durante el segundo año, se llevará a cabo la implementación de las experiencias piloto en los tres centros educativos participantes. Se promoverá la colaboración entre los centros, con una sesión intercentros programada, en la que se compartirán experiencias, resultados preliminares y buenas prácticas. Esta fase se enfocará en la evaluación de la adquisición de competencias de sostenibilidad por parte de los/las estudiantes, como el sentido de responsabilidad, la comprensión sistémica y el pensamiento crítico (*Soft Skills* y *Hard Skills*). Para ello, los centros identificarán asignaturas en las cuáles se llevan a cabo experiencias docentes orientadas a la adquisición de competencias de sostenibilidad, definiendo rutas a lo largo del grado en Ingeniería, en las cuáles se adquieren dichas competencias. Concretamente, se impulsará la implementación piloto de una herramienta de evaluación, diseñada por ONGAWA en colaboración con los otros agentes que participan en el convenio (Fig. 2), y orientada a medir el grado de adquisición de dichas competencias, con el objetivo de determinar qué actividades tienen un mayor impacto para la consecución de dicho desarrollo. De esta forma, se puede rediseñar la ruta de adquisición de competencias de sostenibilidad redefiniendo y mejorando las actividades docentes que se implementan.
- Reflexión y mejora continua (acción 3): En la última fase del proyecto, se realizarán sesiones de reflexión en cada centro educativo para analizar los resultados de las experiencias piloto, identificar áreas de mejora y planificar acciones futuras. Se prestará especial atención a la evaluación del impacto de la educación transformadora en las competencias de sostenibilidad y la ciudadanía global, utilizando indicadores cualitativos y cuantitativos integrados en la herramienta diseñada por ONGAWA (Fig. 2). Esta fase también incluirá la preparación de informes de progreso y la revisión del plan de trabajo futuro.

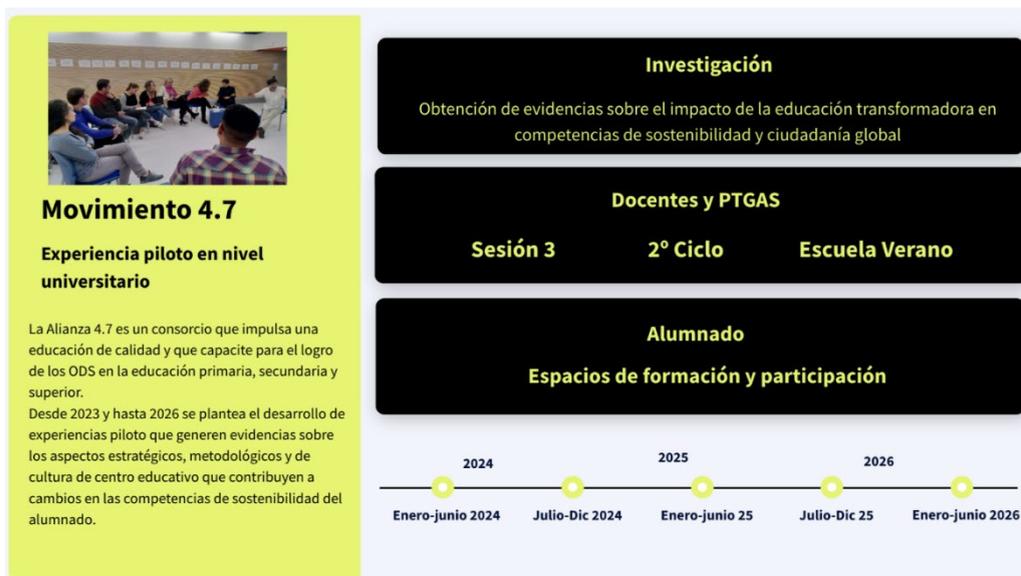


Fig. 1. Cronograma general del proyecto (ONGAWA, 2024). Elaborado por ONGAWA.



Fig. 2. Cronograma de investigación estructurado por ONGAWA (2024). Elaborado por ONGAWA.

Por lo tanto, este proyecto se centra en la actualidad en estas tres acciones con un especial énfasis en la Meta 4.7 que consiste en: *velar por que todos los estudiantes adquieran los conocimientos y competencias necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas, mediante la educación para el desarrollo sostenible y los modos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la apreciación de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.* En este punto de la alianza, se ha finalizado la acción 1 y se ha comenzado la 2 de la experiencia piloto. Las primeras sesiones de planificación y reflexión han establecido los pasos a seguir en la acción 2. Se ha revisado la situación actual del centro/s en cuanto a la adquisición de las competencias de sostenibilidad, identificando los puntos fuertes y débiles, así como las necesidades y posibles mejoras a abordar. Estas acciones van a contar con la participación aproximada de 30-35 miembros de la comunidad universitaria de tres centros universitarios tanto de la Universidad Politécnica de Madrid como de la Universidad Rey Juan Carlos (Tabla 1). Ofreciendo un amplio abanico de posibilidades para estimular el entendimiento y desarrollo de las competencias de sostenibilidad. Además, así fomentar, incentivar, alentar y apoyar estas prácticas como elemento de urgencia, punto de entrada-continuación y efector multiplicador de las propuestas objeto de estudio. Se ha desarrollado una formación y grupos de trabajo que ayudan a impulsar estas herramientas y que a su vez intensifican una visión de la sostenibilidad fuerte (social y medioambiental) que tanto los/las

estudiantes como la sociedad demanda desde la órbita de la Agenda 2030 (ODS) y que es el foco de acción de ONGAWA.

Tabla 1. Número de participantes en las acciones formativas PTGAS y PDI. Elaboración propia.

Institución	Acción	N.º participantes aprox.
ETSIDI-UPM	1-3	12
ETSIT-UPM	1-3	10
URJC-Fuenlabrada	1-3	10

Tras el desarrollo de las acciones 2 y 3, los resultados esperados de este proyecto incluyen a modo de ejemplo:

- Evidencias sólidas sobre los aspectos estratégicos, metodológicos y culturales en los centros educativos que contribuyen a cambios significativos en las competencias de sostenibilidad de la comunidad universitaria (triple balance de la sostenibilidad y sostenibilidad fuerte e instrumental).
- Desarrollo de una comunidad de práctica a través del Movimiento 4.7 que promueva la colaboración y el intercambio de experiencias entre estudiantes, PDI y PTGAS.
- Fortalecimiento de las capacidades para las personas que participen en la EDS y la promoción de la ciudadanía global tales como el pensamiento crítico, el prototipado de ideas, el desarrollo de las competencias interculturales-socioculturales o el impulso de proyectos más diversos/inclusivos en el ámbito de las Tecnologías Industriales.
- Creación de herramientas y recursos educativos para la integración de la sostenibilidad en el currículo académico con posibles cambios de planes de estudio y creación/desarrollo de nuevas asignaturas y/o actividades extracurriculares (iniciativas como los Walk&Talk, el Museo con imágenes o la Escuela online Global Challenge dentro de ONGAWA).

Todos estos resultados van a promover una contribución al logro de la Meta 7 del ODS 4, garantizando que todos los/las estudiantes adquieran los conocimientos y competencias necesarios para promover el desarrollo sostenible. Siendo esta cuestión esencial dentro de la alianza Movimiento 4.7 en general, y del convenio del que forma parte la ETSIDI-UPM en particular.

CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS PASOS

Las acciones planteadas ofrecen un efecto multiplicador y de conciencia social/educativa hacia la competencia de sostenibilidad con el territorio, que se resume en las siguientes conclusiones pedagógicas:

- Importancia de la Educación transformadora: Esta se presenta como una herramienta fundamental para promover el desarrollo sostenible y la ciudadanía global entre el alumnado. Los resultados previos establecidos por ONGAWA muestran que la integración de enfoques pedagógicos innovadores, centrados en competencias de sostenibilidad, puede generar cambios significativos en la forma en que los/las estudiantes perciben y se comprometen con las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad fuerte. Una vez se tenga diseñada la herramienta, se podrá medir el impacto de todas estas variables planteadas en los resultados pedagógicos (sección anterior).
- Necesidad de una Educación integral: Las competencias para la sostenibilidad van más allá del simple conocimiento técnico; requieren una comprensión profunda de los sistemas interconectados y una capacidad para abordar los desafíos desde una perspectiva transdisciplinar. Por lo tanto, es fundamental que la educación promueva el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la colaboración y la empatía, además de transmitir conocimientos específicos sobre sostenibilidad.

- Rol de la Universidad en la preparación de profesionales: La Universidad tiene un papel clave en la formación de profesionales capacitados para enfrentar los desafíos del desarrollo sostenible. Es necesario transformar los currículos educativos para integrar de manera transversal los principios de sostenibilidad y promover la interdisciplinariedad en la enseñanza y la investigación en el territorio vecino a la ETSIDI-UPM. Además, es fundamental fomentar una cultura institucional que valore la sostenibilidad y la responsabilidad social como parte integral de la formación profesional dentro del ámbito de las Tecnologías Industriales.

De este modo, dentro del marco del convenio estos serían los próximos pasos que seguir desde el ámbito de la ETSIDI-UPM como parte de la alianza:

- Integración curricular: Continuar trabajando en la integración de la educación para el desarrollo sostenible en los currículos universitarios, asegurando que los/las estudiantes adquieren los conocimientos y competencias necesarios para promover la sostenibilidad en sus comunidades y entornos laborales dentro del campo de las Tecnologías Industriales, cuestión esencial en la actualidad y que representa una fuerte demanda laboral.
- Formación docente: Ofrecer programas de formación docente que capaciten a los educadores para implementar enfoques pedagógicos innovadores y centrados en la sostenibilidad, así como para incorporar la educación para el desarrollo sostenible en su práctica docente diaria.
- Investigación y desarrollo de recursos: Promover la investigación en el campo de la educación para la sostenibilidad y el desarrollo de recursos educativos que apoyen la enseñanza y el aprendizaje de manera efectiva (investigación-acción).
- Alianzas y colaboraciones: Fomentar la colaboración entre instituciones educativas, organizaciones de la sociedad civil, empresas y otros actores relevantes para desarrollar estrategias conjuntas que impulsen la sostenibilidad en el ámbito educativo desde una mirada amplia y transversal.

En definitiva, velar por que los/las estudiantes adquieran los conocimientos y competencias para promover el desarrollo sostenible, requiere un enfoque holístico y colaborativo que involucre a todos los actores relevantes en el proceso educativo. La transformación de la Universidad y otras instituciones educativas es fundamental para preparar a profesionales capaces de enfrentar los retos del desarrollo sostenible y contribuir a la construcción de un futuro más justo, equitativo y sostenible para nuestra sociedad. Este aspecto es cuestión esencial en una institución educativa que impulse el binomio Universidad | Territorio como es la ETSIDI-UPM.

REFERENCIAS

Bakkali, I. (2020). *Hacia una educación transformadora: propuestas, proyectos y experiencias*. A. Press, Ed. Madrid, España: PE Eindhoven, The Netherlands.

Edukalboan. (22 de abril de 2024). *Movimiento 4.7*. Edukalboan. <https://www.edukalboan.org/es/que-hacemos/movimiento-4-7>

Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial. (20 de abril de 2024). *Innovación y emprendimiento*. ETSIDI-UPM. https://www.etsidi.upm.es/Innovacion_y_emprendimiento

Movimiento 4.7. (25 de abril de 2024). *Inicio*. Movimiento 4.7. <https://www.4punto7.org/>

ONGAWA. (20 de abril de 2024). *ONGAWA*. <https://ongawa.org/>

Santos-Sopena, Ò. (2023). La capacidad de la mediación artística, intercultural y comunitaria como impulso de las vocaciones STEAM y ApS. *Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI)*. ISSN: 2385-620386.

Vásquez, E. (2022). Pensamiento creativo docente. Una mirada sistemática. *Revista Innova Educación*, 4(1), 135-145. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2022.01.010>

RFI O03 Percepciones de profesorado de tecnología en formación inicial sobre la enseñanza de su materia en secundaria

María del Mar López-Fernández^a, María José Cano-Iglesias^b y Antonio Joaquín Franco-Mariscal^c

mmarl@uma.es, ^{a,b,c} Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. España.

Abstract

Technologies have transformed teaching practices, presenting both new opportunities and challenges. This study delves into the perspectives of technology pre-service teachers regarding the teaching of this subject, as well as the obstacles encountered and solutions from the classroom. While acknowledging the imperative of integrating technology into formal education, participants also pinpoint challenges such as rapid technological evolution, resource availability, and disparities in access. Continuous professional development for educators emerges as a solution.

Keywords: Teaching of technology, Pre-service teachers, Secondary Education, Exploratory study.

Resumen

Las tecnologías han transformado la práctica docente, ofreciendo nuevas oportunidades y retos. Este trabajo muestra las percepciones de profesorado de tecnología en formación inicial sobre la enseñanza de esta materia, retos y soluciones desde el aula. Los sujetos reconocen la necesidad de enseñar tecnología en la educación reglada, pero también identifican desafíos como el avance tecnológico, la disponibilidad de recursos y la desigualdad en su acceso. La formación continua del profesorado emerge como solución clave.

Palabras clave: Enseñanza de la tecnología, Profesorado en Formación Inicial, Educación Secundaria, Estudio exploratorio.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La formación inicial del profesorado es fundamental en la preparación de los futuros docentes para abordar los desafíos educativos actuales relacionados con la tecnología (Marcelo y Vaillant, 2018). A medida que el mundo experimenta avances en las especialidades técnicas, se plantean nuevas demandas para el profesorado en términos del uso efectivo de estos medios (Area, 1991).

Es evidente que los sistemas educativos están vinculados al progreso científico-tecnológico, lo que ha impulsado la evolución constante de métodos de enseñanza en respuesta al desarrollo sociocultural humano (Cánovas et al., 2016). En este contexto, la educación debe garantizar que cada individuo reciba la formación necesaria para alcanzar su máximo potencial (Bosh et al., 2011).

Las tecnologías han transformado la práctica docente, ofreciendo nuevas oportunidades para la creación y difusión del conocimiento en entornos educativos dinámicos y cambiantes (Ruiz del Hoyo et al., 2023). Estas tecnologías plantean nuevas formas de enseñanza y aprendizaje, desafiando a los educadores a repensar sus enfoques pedagógicos y adaptarse a las demandas de un mundo digital.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de un estudio que indaga sobre las percepciones de profesorado de tecnología en formación inicial sobre la enseñanza de su materia, los desafíos que plantea y las posibles soluciones. Este trabajo constituye un estudio

piloto de un proyecto de transición digital del Plan Nacional que pretende desarrollar aplicaciones móviles basadas en tecnologías como la realidad aumentada.

METODOLOGÍA

La muestra de este estudio fue 30 profesores (28 chicos y 3 chicas) en formación inicial de la especialidad de Tecnología, Informática y Procesos Industriales del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Málaga. La formación previa incluía diferentes ingenierías (industrial, informática, forestal, química, etc.).

Este estudio exploratorio, con enfoque descriptivo-cualitativo, explora las percepciones de los participantes sobre la enseñanza de la tecnología en secundaria utilizando como instrumento de recogida de datos un cuestionario de tres preguntas abiertas:

P1. Desde tu perspectiva como futuro docente, ¿por qué crees necesario enseñar tecnología en la educación secundaria?

P2. ¿Qué desafíos anticipas en la integración efectiva de la tecnología en el currículo educativo?

P3. ¿Cuáles serían, desde tu perspectiva, las posibles soluciones para abordar estos desafíos?

Las respuestas se categorizaron identificando unidades de análisis que correspondían a ideas, temas o conceptos recurrentes que emergían en las mismas. Cada respuesta se incluyó en tantas categorías como temáticas abordara. Finalmente, se contabilizaron las respuestas por categorías y se calcularon frecuencias y porcentajes.

RESULTADOS

Por qué enseñar tecnología en secundaria (P1).

La tabla 1 muestra la categorización de respuestas para la P1.

Tabla 1. Categorización de respuestas a la pregunta 1.

Categoría	Descripción	Porcentaje (%)	Ejemplos
Beneficios personales	Adquirir conocimientos en estas áreas no solo es útil para el futuro laboral, sino también para la vida diaria.	29,03	“Porque formarán una parte importante de sus vidas. Además, cada vez estamos más rodeados de tecnología, creo necesario el conocimiento de esta área para desenvolverse en el futuro.”
Preparación para el mundo laboral y adaptación a la sociedad digital	Estas habilidades son fundamentales para competir en el mercado laboral.	29,03	“Enseñar tecnología es fundamental para preparar al estudiantado para el mundo laboral y la vida cotidiana. La tecnología se utiliza en todos los campos, y es importante que el estudiantado aprenda a utilizarla de manera efectiva.”
Promoción de la alfabetización digital y habilidades tecnológicas	Enseñar tecnología contribuye a capacitar al alumnado para adaptarse al entorno tecnológico.	16,13	“Promueve la alfabetización digital y capacita al estudiantado para adaptarse al entorno tecnológico.”
Resolución de problemas e innovación.	Estas disciplinas van más allá de la adquisición de conocimientos técnicos, promoviendo habilidades fundamentales para abordar los desafíos actuales.	16,13	“Considero esencial enseñar tecnología ya que es fundamental en nuestro mundo cada vez más digitalizado. El dominio de esta disciplina proporciona herramientas esenciales para el aprendizaje continuo, la comunicación y la resolución de problemas.”
Importancia para la sociedad	Estas disciplinas están integradas en todos los aspectos de la vida cotidiana y cómo su conocimiento es esencial para comprender y desenvolverse en el mundo moderno.	9,68	“La tecnología está cada vez más presente en el día a día. Estar familiarizado con estas materias ayudará al alumnado a desenvolverse en muchos ámbitos cotidianos.”

Como se observa, los sujetos reconocen tanto los beneficios personales como la preparación para el mundo personal y laboral, como el principal motivo para enseñar tecnología, lo que sugiere una concienciación sobre la importancia de estas habilidades en un mundo digitalizado. También destacan la promoción de la alfabetización digital y las habilidades tecnológicas. Además, reconocer la resolución de problemas e innovación revela una comprensión más profunda de cómo la tecnología supera la adquisición de conocimientos técnicos, promoviendo otras habilidades.

Desafíos en la enseñanza de la tecnología.

La Tabla 2 recoge las categorías encontradas para P2.

Tabla 2. Categorización de respuestas a la pregunta 2.

Categoría	Descripción	Porcentaje (%)	Ejemplos
Avance de la tecnología y formación continua del profesorado	Constante avance de la tecnología y necesidad de que el profesorado esté actualizado.	33,33	“La tecnología avanza muy rápido. Cuando ya dominas un entorno, rápidamente se queda obsoleto y debes aprender a dominar otro.”
Recursos educativos y brecha digital	Desafíos relacionados con la disponibilidad de recursos educativos y la desigualdad en el acceso a la tecnología.	26,67	“La falta de recursos (...) o no tener posibilidad de acceder a la tecnología por parte del estudiantado podría ampliar la brecha digital.”
Actualizaciones en el currículum	Necesidad de adaptar los contenidos curriculares a los avances tecnológicos y las nuevas tendencias en el uso de la tecnología en el ámbito educativo.	20,00	“El principal desafío es que es un campo amplios en pleno crecimiento, por lo que incluir las materias adecuadas debería estar bajo una revisión constante.”
Integración del currículum en la vida diaria	Integración de la tecnología en la vida diaria del alumnado.	13,33	“El mayor problema es la dificultad para integrar las actualizaciones con ejemplos de la vida diaria”.
Seguridad y privacidad	Seguridad y privacidad de los datos en el uso de la tecnología en educación.	6,67	“La ciberseguridad y la ética digital son importantes.”

El avance de la tecnología y la formación continua del profesorado surgen como temas relevantes, reflejando su percepción de que los futuros docentes estén actualizados y capacitados para utilizar eficazmente nuevas herramientas tecnológicas en el aula. Esta preocupación subraya la importancia de programas de formación continua y desarrollo profesional.

Los participantes también muestran preocupación por la disponibilidad en algunos centros de recursos tecnológicos. Esta desigualdad de acceso a recursos podría generar desigualdades de oportunidades de aprendizaje en el alumnado.

La tecnología avanza y así debe reflejarlo el currículo, ya que una normativa desactualizada no proporciona las habilidades y conocimientos necesarios para que los estudiantes prosperen en un entorno tecnológico en constante evolución.

La integración del currículum en la vida diaria y las preocupaciones sobre seguridad y privacidad son también desafíos de interés. Resulta llamativo que no se mencionen desafíos didácticos.

Soluciones para la enseñanza de la tecnología.

La Tabla 3 recoge las categorías encontradas para P3.

Tabla 3. Categorización de respuestas a la pregunta 3.

Categoría	Descripción	Porcentaje (%)	Ejemplos
Formación continua del profesorado	Importancia de capacitar a los docentes en el uso efectivo de tecnologías, y en el desarrollo de habilidades para integrarlas en la enseñanza-aprendizaje.	33,33	“Implantar programas de formación del profesorado en tecnología y nuevas herramientas.”

Acceso equitativo	Garantizar un acceso equitativo a la tecnología y los recursos, implementando políticas que aseguren la igualdad de oportunidades al utilizar herramientas tecnológicas en el aprendizaje.	29,17	“Asignación adecuada de recursos y garantizar que todo el estudiantado tenga acceso.”
Currículo abierto	Brindar al profesorado la libertad de diseñar temarios que se ajusten a los cambios tecnológicos.	16,66	“Impartir aspectos actualizados sin detallar exactamente qué dar según los saberes básicos.”
Actualización continua del currículo	Mantener actualizado el currículo educativo para reflejar los avances tecnológicos y las nuevas tendencias en el uso de la tecnología en la educación	8,33	“Sería necesaria una actualización frecuente de los contenidos.”
Enseñanza contextualizada	Integrar la tecnología en el currículo relacionando conocimientos y habilidades con situaciones reales.	4,17	“Extrapolarlo a su vida cotidiana.”
Estrategias didácticas innovadoras	Explorar nuevas metodologías de enseñanza que fomenten aprendizajes activos y el desarrollo de habilidades en el uso de la tecnología.	4,17	“Implementaría estrategias de aprendizaje innovadoras.”
Concienciación social	Concienciar a la sociedad sobre la importancia de la integración de la tecnología en el currículo.	4,17	“Una solución es concienciar a la sociedad de esta importancia.”

A pesar de que casi todos los sujetos aportaron desafíos en la enseñanza de la tecnología, solo 14 de ellos aportaron soluciones. Algunos participantes se centraron en la formación continua del profesorado como soluciones a los desafíos de la enseñanza de la tecnología, lo que sugiere su concienciación para continuar formándose.

Los sujetos también apostaron por garantizar que todos los estudiantes, independientemente de su contexto socioeconómico, tengan la oportunidad de beneficiarse de las tecnologías educativas disponibles.

Otras soluciones, como currículo abierto y su actualización continua, enseñanza contextualizada, estrategias didácticas innovadoras, y concienciación social, también son importantes y complementarias. Estas soluciones requieren un enfoque integral para abordar estos desafíos, que incluyen tanto aspectos estructurales y organizativos del sistema educativo como prácticas innovadoras y sensibilización sobre la importancia de la tecnología en la sociedad.

CONCLUSIONES

El estudio revela que los futuros profesores de tecnología reconocen la importancia de enseñar estas materias en secundaria, tanto para el desarrollo personal del alumnado como para su preparación para el mundo laboral y la sociedad digital (P1). Además, destacan la relevancia de promover la alfabetización digital. Asimismo, vislumbran algunos desafíos a los que se enfrentarán como docentes, como el avance acelerado de la tecnología, la disponibilidad de recursos y la desigualdad en su acceso, o la necesidad de actualizar el currículo (P2). Sin embargo, proponer soluciones ante estos retos sigue siendo una labor compleja, destacándose el desafío de la seguridad y privacidad de los estudiantes. Para afrontar las amenazas en seguridad informática, enfatizan las buenas prácticas, especialmente entre los usuarios, considerados la principal vulnerabilidad. En la gestión didáctica, la seguridad informática es una competencia digital docente clave que debe ser abordada integralmente (Moya, 2023).

La formación continua del profesorado emerge como solución para asegurar que los docentes estén actualizados en las últimas tendencias y herramientas tecnológicas, así como para desarrollar habilidades efectivas que integren la tecnología de manera significativa en el aula (P3). Este desafío es respaldado por investigaciones que indican un bajo nivel de competencia digital entre los docentes de secundaria (Falcó, 2017). Es notable la ausencia de

menciones a desafíos didácticos entre las respuestas. Estos desafíos podrían incluir aspectos como la adaptación de las metodologías de enseñanza tradicionales al entorno digital, el uso de metodologías innovadoras, la atención a la diversidad o la evaluación del impacto de la tecnología en el aprendizaje de los estudiantes. Esto refleja la necesidad de continuar abordando estas cuestiones a lo largo del curso.

Como limitación del estudio es importante resaltar que, debido al enfoque cualitativo de la investigación y al tamaño de la muestra, los resultados pudieran no ser generalizables a toda la población de profesorado en formación inicial. Estos resultados se tomarán de base para el diseño y creación de recursos digitales en formato aplicación móvil para profesorado en formación inicial.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto TED2021-130102B-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR.

REFERENCIAS

- Area, M. (1991). *Los medios, los profesores y el currículo*. Sendai Ediciones. Barcelona (España).
- Bosch, H. E., Di Blasi, M. A., Pelem, M. E., Bergero, M. S., Carvajal, L., & Geromini, N. S. (2011). Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de ciencias y matemática. *Avances en ciencias e ingeniería*, 2(3), 131-140.
- Cánovas, L. P. L., Cánovas, L. B. L., Lemus, R. M., & González, Y. A. (2016). Las tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso enseñanza-aprendizaje, un reto actual. *Universidad Médica Pinareña*, 12(2), 149-162.
- Falco, M. (2017). Reconsiderando las prácticas educativas: TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Tendencias pedagógicas*, 29, 59-76.
- Marcelo, C. y Marelo, P. (2021). Educational influencers on twitter. Analysis of hashtags and relationship structure. *Comunicar*, 29(68), 71-80.
- Moya, J. G. (2023). La importancia de la seguridad informática en la educación digital: retos y soluciones. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 7(1), 609-616.
- Ruiz del Hoyo Loeza, E., Quiñonez Pech, S. H., & Zapata González, A. (2023). Retos en el desarrollo de la competencia digital en docentes de secundaria. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 15(1), 122-137.

RFI 004 La integración de las Competencias Transversales en las titulaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial

Vanesa Paula Cuenca Gotor^a, María Elena Torrejón García^b, José Antonio Morafío Fernández^c, Jorge Alcaide Marzal^d y Juan Antonio Monsoriu Serra^e

^aEscuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial de la Universitat Politècnica de València (ETSIADI-UPV) vacuego@fis.upv.es, ^bETSIADI-UPV metorgar@upvnet.upv.es, ^cETSIADI-UPV jomofer@mat.upv.es, ^dETSIADI-UPV jalcaide@dpi.upv.es y ^eETSIADI-UPV jmonsoni@fis.upv.es

Abstract

This work analyses the implementation of the 5 new UPV Student Outcomes in the university qualifications of ETSIADI. The phases followed, models used, and results obtained are presented. It is concluded that the number of assessments for the acquisition of Student Outcomes by students in these qualifications is sufficiently high and can be considered a reliable starting point for acquiring the skills necessary for professional performance.

Keywords: Student Outcomes, Learning Outcomes, Skills, Professional.

Resumen

El presente trabajo analiza la implementación de las 5 nuevas Competencias Transversales de la UPV en las titulaciones de la ETSIADI. Se muestran las fases seguidas, los modelos empleados y los resultados obtenidos. Se concluye que el número de valoraciones para la adquisición de las competencias transversales de los estudiantes de estas titulaciones es suficientemente elevado y puede considerarse una base de partida fiable para la obtención de las habilidades necesarias para el desempeño laboral.

Palabras clave: Competencias Transversales, Resultados de Aprendizaje, Habilidades, Laboral.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Durante el siglo XX, el conocimiento experimentó cambios significativos en su naturaleza y su función en la sociedad. Esto llevó a la necesidad de modificar nuestra relación con el conocimiento: pasamos de dominarlo, como en el siglo XX, a gestionarlo y utilizarlo de manera competente en el siglo XXI. Este cambio ha tenido un impacto profundo en nuestras ideas sobre formación, enseñanza y evaluación del aprendizaje (Alsina, 2011). La Educación Superior busca ahora fomentar un aprendizaje activo y comprometido para formar profesionales capaces de liderar transformaciones significativas en la sociedad. Más, teniendo en cuenta la preocupación sobre las amplias diferencias entre las competencias y capacidades de los graduados y los requerimientos y demandas laborales (Andrews, 2008). En este contexto, las competencias transversales se destacan como habilidades, actitudes y conocimientos necesarios para tener éxito en entornos laborales dinámicos.

En la Universitat Politècnica de València (UPV) se implementó un proyecto de Competencias Transversales (CT) en 2015 para acreditar un perfil competencial en todos los títulos ofrecidos. Esto se logró mediante una estrategia de diseño, planificación y evaluación sistemática de 13 competencias. En 2022, la comunidad universitaria ya estaba completamente involucrada en este proyecto, garantizando transparencia en la información y seguimiento para los estudiantes. Este esfuerzo conjunto ha preparado a los graduados de la UPV con habilidades

técnicas y transversales necesarias para destacarse en su campo laboral, además de fomentar un entorno educativo centrado en el estudiante y en su aprendizaje. El proyecto de 2022 consiste en pasar de las 13 competencias anteriores a 5 dimensiones competenciales que recojan de manera clara las habilidades que deben adquirir los estudiantes de la UPV.

El objetivo del presente trabajo es analizar cómo se han implementado estas 5 nuevas CT en las titulaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial (ETSIADI) y concluir en qué medida los estudiantes de estas titulaciones podrán adquirir las competencias.

Nuevo marco de Competencias Transversales y Resultados de Aprendizaje de la UPV.

Este nuevo marco competencial se enfoca en simplificar las CT y definir los Resultados de Aprendizaje (RA) más específicos y alineados con el RD822/2021. Además, este proyecto se ha abordado con un triple objetivo: facilitar su evaluación por parte del profesorado, facilitar la comprensión por parte de la sociedad y unificar los requisitos exigidos por las distintas agencias evaluadoras a nivel nacional, europeo e internacional (UPV, 2022).

Las CT establecidas en este nuevo proyecto son aplicables a todos los títulos oficiales de la UPV sin importar su ámbito, duración o nivel. Estas competencias se enfocan en habilidades prácticas y su inclusión en un programa de estudios debe impulsar la adquisición de otras competencias específicas relacionadas con el mismo campo. Además, están definidas en función de cinco objetivos formativos estratégicos y alineadas con los valores sociales, medioambientales, de innovación, calidad y progreso de la UPV (Tabla 1).

Tabla 1. Competencias Transversales de la UPV. En el siguiente enlace se pueden consultar las CT con sus RA asociados: <https://www.upv.es/entidades/vecal/proyecto-de-actualizacion-de-competencias-transversales/>

COMPETENCIAS TRANSVERSALES UPV
CT1 COMPROMISO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL. Actuar con ética y responsabilidad profesional ante los desafíos sociales, ambientales y económicos, teniendo como referentes los principios y valores democráticos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
CT2 INNOVACIÓN Y CREATIVIDAD. Proponer soluciones creativas e innovadoras a situaciones o problemas complejos, propios del ámbito de conocimiento, para dar respuesta a las diversas necesidades profesionales y sociales.
CT3 TRABAJO EN EQUIPO Y LIDERAZGO. Colaborar eficazmente en equipos de trabajo, asumiendo responsabilidades y funciones de liderazgo y contribuyendo a la mejora y desarrollo colectivo.
CT4 COMUNICACIÓN EFECTIVA. Comunicarse de manera efectiva, tanto de forma oral como escrita, adaptándose a las características de la situación y de la audiencia.
CT5 RESPONSABILIDAD Y TOMA DE DECISIONES. Actuar con autonomía en el aprendizaje, tomando decisiones fundamentadas en diferentes contextos, emitiendo juicios en base a la experimentación y el análisis y transfiriendo el conocimiento a nuevas situaciones.

METODOLOGÍA

El modelo formativo propuesto por la UPV para el desarrollo de competencias transversales es un enfoque integrado donde se abordan simultáneamente resultados de aprendizaje de competencias específicas y transversales, que permite trabajar las competencias como habilidades complejas para la acción. En la ETSIADI partimos de este enfoque integrado de las competencias para llevar a cabo la asignación de las CT a las asignaturas que van a ser punto de control, involucrando a todo el profesorado en el desarrollo de esta tarea.

Antes de la asignación de las nuevas CT, se llevó a cabo un análisis del proceso de implantación de las 13 anteriores CT para poder identificar disfunciones y buenas prácticas, tanto en la asignación de puntos de control como en las metodologías y actividades utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las CT. Para ello, se lanzó una encuesta

invitando al profesorado adscrito a la ETSIADI, así como al no adscrito, pero con docencia en la misma. En esta encuesta se formularon cuestiones sobre el método empleado en la asignación de los puntos de control, el grado de satisfacción con las CT asignadas y las buenas prácticas y/o disfunciones detectadas en las metodologías y actividades desarrolladas.

Se recogieron hasta 140 respuestas a la encuesta que, una vez analizadas, permitieron diseñar el procedimiento de trabajo a seguir, atendiendo, sobre todo, a la participación del profesorado. Para facilitar el trabajo, se prepararon varios equipos en la aplicación TEAMS con el fin de establecer una plataforma de trabajo colaborativo para las distintas titulaciones, un espacio común para las reuniones y la documentación asociada. Al tener varias titulaciones con doble, e incluso triple itinerario, se crearon también los equipos necesarios para trabajar en *petit comité* con las Subdirecciones de Calidad de los otros centros y las Direcciones Académicas de las titulaciones.

Para trabajar de la misma manera en todas las titulaciones, se diseñó una matriz modelo de mapa de competencias para la correlación entre las asignaturas y los RA de las CT y la posterior distribución de los puntos de control por asignaturas (Fig. 1).

Indicar el grado de trabajo de los resultados de aprendizaje:

0 = no se trabaja;
 1 = se trabaja mínimamente (podría haber evidencias) ;
 2 = se trabaja bastante (hay evidencias/podría haber) ;
 3 = se trabaja mucho (hay evidencias)

Profesor	MATERIA	TIPO	código	ASIGNATURA	CURSO	RA1.1	RA1.2	RA1.3	RA1.4	RA2.1
ETSID Tormo Carbó, Guillermina	Empresa	Formación Básica	12138	Empresa I	1					
FLORIDA Varona Alabau, Mercedes	Empresa	Formación Básica	122154	Empresa I	1					
ETSID Gifera Garcia, Beatriz	Expresión Gráfica	Formación Básica	12137	Expresión Gráfica	1					
FLORIDA Fons Muñoz, Carlos	Expresión Gráfica	Formación Básica	122144	Expresión Gráfica	1					
ETSID Vidaurra Garayo, Ana Jesús	Física	Formación Básica	12135	Electricidad	1					
FLORIDA Llorca Martínez, Jaume	Física	Formación Básica	122124	Electricidad	1					
ETSID Giménez Valentín, Marcos Hermi	Física	Formación Básica	12134	Física	1					
FLORIDA Puchades Colmenero, Neus	Física	Formación Básica	122114	Física	1					
ETSID Salido Gregorio, Miguel Angel	Informática	Formación Básica	12139	Informática	1					
FLORIDA Ruiz Muñoz, Antonio	Informática	Formación Básica	122164	Informática	1					
ETSID Aznar Gimeno, Elena	Química	Formación Básica	12136	Química	1					
FLORIDA Reyes Tolosa, MF Dolores	Química	Formación Básica	122134	Química	1					
ETSID Sanabria Codesal, Esther	Matemáticas	Formación Básica	12131	Matemáticas I	1					

Fig. 1. Matriz de trabajo del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Los mapas de competencias se crearon para ser cumplimentados por los responsables de las asignaturas siguiendo las indicaciones del grado de trabajo de los RA. El propósito de este método de trabajo fue realizar una asignación adecuada de las asignaturas que ejercerían de puntos de control de cada CT, empezando por el estado actual de trabajo de los RA asociados, en todas las asignaturas que conforman cada una de las titulaciones. En cada equipo de trabajo, cada profesor responsable de la asignatura accedía online al mapa de competencias de la titulación para indicar, con una valoración de 0 a 3, el grado en el que se trabajaban los RA.

RESULTADOS

Se muestra, como ejemplo, la matriz de competencias del Grado en Ingeniería Mecánica en proceso de elaboración (Fig. 2), con los grados de trabajo de los RA; y ya definitiva (Fig. 3), con los RA definidos para pasar a la aplicación VERIFICA-UPV, después de haber sido discutida por los subdirectores de las tres escuelas que imparten esa titulación y los directores académicos de los tres itinerarios, para lograr la completa concordancia entre los itinerarios y cumplir con los mínimos de asignación establecidos (3 puntos de control para grado y 2 para máster por cada CT y 1 punto de control por cada RA):

Fig. 2. Matriz del Grado en Ingeniería Mecánica en proceso de elaboración.

Fig. 3. Matriz del Grado en Ingeniería Mecánica con la asignación de puntos de control.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de estas matrices para las titulaciones de la ETSIADI, atendiendo al número de puntos de control de cada RA, o lo que es lo mismo, al número de asignaturas en las que el estudiantado va a trabajar, y a recibir una valoración de ese trabajo, en actividades que les faciliten la adquisición de los RA de las CT.

Tabla 2. Número de puntos de control de cada RA por titulaciones.

1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4
Grado en Ingeniería Aeroespacial																			
8	5	2	6	8	6	9	6	9	2	8	3	12	16	8	9	35	25	14	14
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos																			
2	2	3	5	7	18	12	10	9	3	7	9	10	9	3	6	15	13	13	8
Grado en Ingeniería Eléctrica																			
3	2	1	3	1	2	5	2	3	2	8	1	2	7	1	1	26	14	9	7
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática																			
3	2	2	4	4	5	6	3	5	2	14	1	6	10	3	4	23	14	4	5
Grado en Ingeniería Mecánica																			
2	4	2	10	2	3	9	1	5	1	5	4	4	7	1	2	36	22	11	5
Máster Universitario en Ingeniería del Diseño																			
4	3	4	6	11	15	15	9	5	4	5	3	8	8	6	7	8	5	7	4

Máster Universitario en Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Computador																			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica																			
2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	3	2	2	4	3	2	2
Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica																			
2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	7	6	2	7
Máster Universitario en Mecánica de Fluidos Computacional																			
2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	3	3	2	3
Máster Universitario en Ingeniería en Movilidad Eléctrica																			
2	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3
Máster Universitario en Ingeniería del Mantenimiento																			
3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	4	3	3	3	4	3	3

CONCLUSIONES

En la realización de los mapas de competencias se consideró de gran importancia no confundir el que se trabajara una competencia con el que se evaluara por ser punto de control. En la primera etapa de su creación, nos centramos en conocer en qué asignaturas se estaban trabajando cada uno de los RA asociados a cada CT, para posteriormente definir en qué momento era mejor evaluarlos. Esta visión nos ha permitido un mejor enfoque del desarrollo de cada competencia dentro de cada titulación y, en el caso de compartir itinerarios, una buena coordinación con otros centros a nivel de cómo se trabajan las CT.

La organización en equipos de trabajo a través de la plataforma Teams ha resultado muy útil. El profesorado se ha visto totalmente involucrado, adquiriendo la responsabilidad de sus decisiones en base a los conocimientos de la materia y a la visión objetiva de la docencia de la asignatura. La facilidad de comunicación a través de la plataforma ha permitido resolver las disparidades prácticamente en el día, redundando en la agilidad de los trámites.

Respecto al número de valoraciones para la adquisición de las CT de los estudiantes de las titulaciones de la ETSIADI, se concluye que, destacando las titulaciones de grado, este es suficientemente elevado y puede considerarse una base de partida fiable para la obtención de las habilidades necesarias para el desempeño laboral. Se puede observar cómo los RA más “ingenieriles”, sobre todo los asociados a la CT5 – Responsabilidad y toma de decisiones, tienen muchos más puntos de control que otros RA de las competencias que el profesorado considera más complicado trabajar y valorar. Del mismo modo, podemos destacar cómo las titulaciones más enfocadas al diseño trabajan más, y consecuentemente tienen más puntos de control, los RA asociados a la CT2 – Innovación y creatividad. Respecto a los másteres, excepto los Másteres Universitarios en Ingeniería del Diseño, Ingeniería Aeronáutica e Ingeniería del Mantenimiento, que tienen mayor número de asignaturas, son titulaciones con menor número de asignaturas obligatorias, lo que conlleva una asignación menor de puntos de control.

Una vez finalizado este curso, se recopilarán las evidencias sobre posibles disfunciones en la asignación de puntos de control, de forma que se puedan realizar las modificaciones pertinentes. Del mismo modo, junto con el ICE, se está trabajando en la recopilación de las buenas prácticas llevadas a cabo en las asignaturas que puedan servir de modelo al profesorado. Además, se estudiará la posibilidad de realización de propuestas de mejora en los planes de estudios para favorecer la integración de las CT: modificaciones en el plan de estudios,

propuestas de experiencias piloto, cambio en las metodologías docentes (proyectos, retos, etc.), propuesta de actividades facilitadoras, como redes de colaboración, foros, formación continua del estudiantado, etc.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa bienal PIME/22-23/317 titulado: "Adaptación curricular de las competencias transversales en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID).", del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València (Universidad Politécnica de Valencia), que es la entidad financiadora (UPV: Convocatoria de Proyectos dentro de Aprendizaje + Docencia. Proyectos de Innovación y Mejora Educativa).

REFERENCIAS

Alsina, J., Boix, R., Burset, S., Buscà, F., Colomina, R.M., García, M.A., Mauri, T., Pujolà, J.T., y Sayós, R. (2011). Evaluación por competencias en la universidad: las competencias transversales. *Cuadernos de docencia universitaria*, 18.

Andrews, J., y Higson, H. (2008). Graduate employability, soft skills versus hard business knowledge: A European study. *Higher education in Europe*, 33(48), 411-422.

UPV, 2022. (fecha de consulta: 17 de abril de 2024). *Actualización de las Competencias Transversales de la UPV*. <https://www.upv.es/entidades/vecal/proyecto-de-actualizacion-de-competencias-transversales/>

RFI O05 Identificación de las variables psicoeducativas y académicas que impactan en el rendimiento académico en la asignatura de Química de primer curso universitario de Ingenierías

Vanessa Ripoll^a, Marta Ruiz-Santaquiteria^a, Belén Obispo^b, Noemy Martín^b, Isabel Carrillo^a.

^a Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial. Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial. Universidad Politécnica de Madrid. Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid (España). E-mail: V. Ripoll vanessa.ripoll@upm.es; M. Ruiz-Santaquiteria m.ruizsantaquiteria@upm.es; I. Carrillo Isabel.carrillo@upm.es

^b Instituto de Innovación en el Aprendizaje. Universidad Francisco de Vitoria. Carretera Majadahonda km 1.800, 28223 Pozuelo de Alarcón, Madrid (España). E-mail: B. Obispo b.obispo@ufv.es; N. Martín: n.martin.prof@ufv.es

Abstract

The present study focuses on examining the identification of psychoeducational and academic variables that influence academic performance in the subject of Chemistry taught in the first year of 7 Engineering Degrees offered at the Universidad Politécnica de Madrid. The results obtained demonstrate that not only students with higher average grades in 2nd year of Bachillerato, but also those with greater capacity for self-regulated learning and achievement motivation, achieve better performance in the subject.

Keywords: Chemistry; self-regulation; motivation; Academic achievement.

Resumen

El presente trabajo se centra en el estudio de la identificación de las variables psicoeducativas y académicas que influyen en el rendimiento académico en la asignatura de Química impartida en el primer curso de 7 Grados de Ingeniería impartidos en la Universidad Politécnica de Madrid. Los resultados obtenidos muestran que, no sólo los estudiantes con mayor nota media en 2º de Bachillerato, sino también aquellos con mayor capacidad en la autorregulación del aprendizaje y la motivación de logro, son los que alcanzan mejor rendimiento en la asignatura.

Palabras clave: Química; autorregulación; motivación; rendimiento académico.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Contextualización

La asignatura de Química forma parte de la formación básica de primer curso de todos los Grados impartidos en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). A pesar de que se trata de una asignatura básica y cuyos contenidos pueden haberse estudiado parcialmente en los cursos previos pre-universitarios, la tasa de éxito en la asignatura los últimos cursos académicos rondan el 60% de alumnos aprobados, entre evaluación progresiva, evaluación ordinaria y extraordinaria; valor que puede verse reducido hasta el 40% en algunas de las titulaciones.

El equipo docente ha identificado algunos de los factores a los que pueden deberse las bajas tasas de rendimiento académico en la asignatura, entre los que destacan:

- Un elevado número de estudiantes que no ha cursado Química en 2º de Bachillerato, tiene una percepción de la dificultad de la asignatura significativamente incrementada. Esto

puede deberse no sólo a su déficit de conocimientos previos sino también a un perfil del alumnado más “ingenieril”, percibiendo la Química como poco o nada relacionada con su área de conocimiento.

- Para aquellos alumnos que sí han cursado Química en 2º de Bachillerato, la similitud de los contenidos de la asignatura con los estudiados en la etapa pre-universitaria puede favorecer que no profundicen lo suficiente en la materia, como para adquirir las competencias asociadas a un curso de nivel universitario.
- La extensión de los contenidos abordados en la materia es elevada. El temario de la asignatura obliga a impartir un tema por semana, con una gran cantidad de conceptos teóricos necesarios para la comprensión de los problemas numéricos. Las explicaciones teóricas ocupan gran parte de las sesiones de aula, dejando poco tiempo disponible para la resolución de problemas. En este sentido, cabe destacar que las pruebas de evaluación consisten, en la realización de cuestiones teórico-prácticas y problemas numéricos.
- El grado de inmadurez propia de alumnos de primer curso, que genera dificultades en su organización y gestión del tiempo para acometer el estudio autónomo de la asignatura.

Contextualización

El modelo cíclico de autorregulación del aprendizaje de Zimmerman es la teoría metacognitiva más aceptada en las investigaciones sobre los procesos cognitivos de aprendizaje en psicología y educación (Panadero, 2017). Este modelo intenta identificar los procesos y variables implicadas que influyen en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes, poniendo el foco en todas las etapas del aprendizaje: planificación, ejecución y evaluación (Panadero y Alonso-Tapia, 2014).

Estudios previos han identificado que la nota de acceso a la universidad y el sexo son factores más determinantes en la capacidad de regulación del aprendizaje que repercute, por tanto, en la tasa de éxito y abandono de los estudios dichos años. Estos resultados confirman la importancia de las acciones tutoriales para el desarrollo de este tipo de competencias en los estudiantes de nuevo ingreso, puesto que la capacidad de autorregulación del estudiantado mejora a medida que avanzan en sus estudios (Fernández y col., 2010; García-Ros y Pérez-González, 2011).

Objetivos

Este estudio tiene por objetivo analizar aquellas variables que se relacionan con el rendimiento académico de los alumnos en Química. Para ello, se ha revisado la relación existente entre el rendimiento académico previo de los alumnos y el último curso en el que estudiaron química, la nota obtenida en la EVAU, su autorregulación, la motivación de logro, el tiempo de trabajo autónomo dedicado a la asignatura, la valoración del alumno sobre la idoneidad del profesor, y la valoración de la metodología como facilitadora de su aprendizaje. Así como también, la relación existente entre las variables mencionadas con anterioridad.

Por último, se ha comprobado si variables como el sexo, el grado, la asistencia a las diferentes sesiones de la asignatura, el turno en que cursaron química o la compatibilización de sus estudios con otras actividades producen diferencias en el rendimiento académico y en el resto de las variables psicoeducativas evaluadas.

METODOLOGÍA

Participantes

La población de estudio está constituida por los estudiantes matriculados en la asignatura de Química, que forma parte de todos los distintos de estudio de los Grados impartidos en la ETSIDI de la Universidad Politécnica de Madrid: Grado en Ingeniería Eléctrica, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Grado en Ingeniería Mecánica, Grado en Ingeniería Química, Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica y

Doble Grado en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. En total, en el curso 23/24 hay 530 alumnos matriculados distribuidos en 9 grupos, de los cuales el 20.0% son alumnos de segunda matrícula o sucesivas.

Tras el proceso de recogida de información y de eliminar de la base de datos las respuestas de los cuestionarios no finalizados, aquellas que no contaban con la firma del consentimiento informado para el tratamiento de sus datos y las que no pudieron ser asociadas, quedó una muestra de 37 participantes.

Del total, el 51,4 % fueron hombres y el 48,6 % mujeres. El 40,5% perteneció al grado de Ingeniería Mecánica, el 43,2% al grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y el 16,2% al doble grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica. El 81,1% eligió su grado como primera opción y el 97,3% solo ha estudiado la carrera que está cursando.

Respecto al rendimiento académico previo a la universidad y el 78,4% de los estudiantes obtuvo una nota de sobresaliente en 2º de Bachillerato y el 21,6% notable. Además, el 62,2% de los estudiantes cursaron Química por última vez en 2º de Bachillerato, el 32,4% en 1º de Bachillerato y el 5,4% fue en la ESO. Por último, es relevante señalar que el 51,4% de los estudiantes se presentó a la EVAU con la asignatura de Química.

Por último, en cuanto a la asignatura de Química en la universidad el 100% de los estudiantes se encuentra en primera matrícula, el 70,3% estudia en el turno de mañana y predomina una dedicación a la asignatura inferior a 10 horas a la semana (94,6%). Por otro lado, el 92% asiste a las clases teóricas, el 100% a las clases de trabajo cooperativo y el 97% asiste a las clases prácticas.

Descripción de la asignatura

Química es una asignatura básica impartida en el primer cuatrimestre de primer curso de todos los Grados y Dobles Grados que oferta la ETSIDI (UPM), presentando en todos ellos la misma carga lectiva, contenidos, metodología y sistema de evaluación. La asignatura tiene una carga total de 6 ECTS, que suponen 75 h de trabajo presencial del alumno (45 h en el aula, 15 h de actividades cooperativas y 15 h en el laboratorio), así como 90 h de trabajo autónomo. Los contenidos teóricos se exponen como clase magistral, dedicando tiempo de aula también a la resolución de problemas por parte del profesor y de los estudiantes. Las sesiones de actividades cooperativas tienen lugar quincenalmente. En ellas, los estudiantes se enfrentan a la resolución de una serie de problemas propuestos en grupos de trabajo. Estas actividades se entregan al finalizar la sesión y la media de las calificaciones constituye el 10% de la nota final de la evaluación progresiva. El tiempo de laboratorio se distribuye en sesiones quincenales de 2 h, en las que se realizan experimentos relacionados con los contenidos de la asignatura. La nota media de los informes y el examen de prácticas constituye el 10% de la nota final de la evaluación progresiva.

Durante el curso, se realizan dos exámenes parciales liberatorios: el peso del primer parcial es el 30% de la nota final y el del segundo el 50%. Si el estudiante no alcanza una calificación igual o superior a 5,0 a través de la evaluación progresiva, deberá acudir al examen de la convocatoria ordinaria o extraordinaria para poder aprobar la asignatura. En tal caso, la nota de esta prueba constituye el 100% de la calificación.

Descripción de los instrumentos de medida

Para poder dar respuesta al objetivo formulado, se diseñó un cuestionario *ad hoc* para conocer la valoración del estudiantado en torno a sus estrategias de autorregulación del aprendizaje, motivación de logro y valoración de la metodología docente implantada por el equipo docente. A continuación, se describen los instrumentos empleados para realizar esta evaluación.

En primer lugar, para valorar la autorregulación se empleó el “inventario de estrategias

de autorregulación en estudiantes universitarios”, validado por Hernández y Camargo (2017). El inventario está formado por 18 ítems que están valorados en una escala Likert de 4 puntos, siendo 1 “nunca”, 2 “casi nunca”, 3 “casi siempre” y 4 “siempre”. Este cuestionario está compuesto por cuatro dimensiones, las tres primeras tienen una puntuación máxima de 20 puntos y la última de 12. A continuación describimos brevemente las dimensiones de esta escala.

La primera de ellas fue hábitos adecuados que valora la medida en la cual los estudiantes evitan enfrentarse a tareas complicadas. La segunda fue organización del entorno, que evalúa el conjunto de acciones orientadas a disminuir las variables distractoras a la hora de enfrentarse a una tarea. La tercera fue organización de la tarea que permite valorar el plan de acción que establece el alumno para llegar a una meta. Por último, la dimensión cuatro (búsqueda de información) valora el uso de las fuentes necesarias para completar una actividad académica.

La medida de la motivación de logro del alumnado se evaluó empleando la escala Atribucional de Motivación de Logro General (EAML-G) (Durán-Aponte y Pujol, 2013). Esta variable se define como el deseo del estudiante de alcanzar un alto nivel de rendimiento académico. Se incluyen 18 preguntas en esta dimensión que pueden ser valoradas con una escala tipo Likert de 6 puntos (donde 1 es nada satisfecho, peor de lo que esperaba, ninguna confianza, ninguna probabilidad, etc. y 6 es totalmente satisfecho, mejor de lo que esperaba, mucha confianza, mucha probabilidad, etc.).

La máxima calificación alcanzable en esta dimensión es 36 puntos. Esta escala incluye cuatro dimensiones siendo estas: a) dimensión 1: atribución a la característica de la tarea que se refiere a considerar como causante del resultado, la dificultad o facilidad de las tareas impuestas en las asignaturas; b) dimensión 2: se concibe como el interés por obtener resultados favorables frente a situaciones que demandan mayor compromiso haciendo lo necesario para lograrlo, lo que no implica en todos los casos un interés por aprender; c) dimensión 3: atribución a la capacidad, que se trata de una actitud orientada a la motivación al logro por obtener buenas calificaciones en función de la capacidad que el estudiante considera que tiene para lograrlo y en función de su esfuerzo y satisfacción con la demanda académica; y d) dimensión 4: atribución a la evaluación de los profesores, que es la actitud de conformidad o no con los resultados académicos en función de las expectativas del alumno y de lo que considera como una evaluación justa o no por parte del docente.

Para el diseño de las preguntas relacionadas con la valoración de la metodología empleada y la labor docente del profesorado se empleó una de las dimensiones del cuestionario validado por Villar y col. (2022). El estudiante debe responder a 14 preguntas valoradas con una escala tipo Likert de 7 puntos. Se incluyen afirmaciones que inducen al alumnado a posicionarse sobre la claridad de las explicaciones recibidas, si se siente motivado a participar en las clases, si siente que se enfatiza el desarrollo del pensamiento crítico, la aplicabilidad de la materia en la titulación, etc. La máxima puntuación que se puede alcanzar es de 49 puntos para la valoración dada a la metodología y 49 puntos para la idoneidad del profesor como facilitador del aprendizaje.

Con el fin de identificar otras variables que pudieran estar relacionadas con el rendimiento académico, se definieron algunas preguntas para recoger otra información de interés, tales como: sexo (hombre, mujer, NS/NC); edad; Grado en que se encuentra matriculado; turno de clases al que asiste (mañana o tarde); alumno de primera matrícula o repetidor; Calificaciones de la etapa pre-universitaria (nota media de Bachillerato); conocimientos previos de Química (último curso que estudió Química, si se examinó de esta materia en la EVAU); percepción de lo involucrado que están los alumnos en la asignatura; percepción de la importancia de la Química en su titulación; y, por último, compatibilización de los estudios con otra actividad (trabajo, deportista de alto rendimiento, conservatorio, etc.).

Para conocer el rendimiento académico en Química se creó un segundo cuestionario, en el que se pedía al estudiantado facilitar las calificaciones obtenidas en las pruebas de evaluación realizadas (primer parcial, segundo parcial, examen final) y su rendimiento (aprobado/suspense) en la evaluación progresiva y en la ordinaria.

2.4. Procedimiento de recogida de datos

Para mejorar la participación del alumnado en el estudio, la cumplimentación de los cuestionarios se realizó presencialmente en el aula, accediendo al cuestionario con un código QR, y destinando para ello unos minutos de la clase.

El primer cuestionario (relacionado con las estrategias de autorregulación del aprendizaje, la motivación de logro y la valoración de la metodología docente) se respondió en la semana 14 del primer cuatrimestre, coincidiendo con la finalización de la asignatura de Química. Mientras que la información relacionada con el rendimiento académico se realizó en el segundo cuatrimestre, en las semanas 7 y 8 del cuatrimestre (según grupo), cuando la asignatura de Química ya había finalizado. Cabe destacar que los datos se procesan de manera anónima y confidencial, de acuerdo con Ley de Protección de Datos vigente, y que los participantes firman que reciben la información relacionada sobre los objetivos del estudio previamente a su cumplimentación.

2.5. Análisis de datos

Para dar respuesta a los objetivos planteados se llevaron a cabo pruebas no paramétricas, dado el tamaño de la muestra y el incumplimiento del supuesto de normalidad. Las pruebas utilizadas para responder a los objetivos formulados fueron: a) prueba de correlación de Spearman para valorar la relación entre las variables; b) prueba de U de Mann Whitney para valorar diferencias según el sexo, del turno en el que cursaron la asignatura, de su asistencia a las diferentes sesiones y de la compatibilización de sus estudios con otra actividad; c) prueba de Kruskal Wallis para valorar las diferencias según el grado que cursan los alumnos.

RESULTADOS

En primer lugar, se pudo comprobar que los alumnos con mayor nota en el primer parcial fueron aquellos que presentaron mayor motivación de logro ($R_s=0,436$; $p<0,01$) y mayor atribución a la evaluación ($R_s = 0,367$; $p<0,05$). Los alumnos que obtuvieron una nota más alta en el segundo parcial fueron aquellos con mayor nota en el primer parcial ($R_s=0,581$; $p<0,001$), mayor motivación de logro ($R_s=0,386$; $p<0,01$) y mayor atribución a la evaluación ($R_s=0,376$; $p<0,05$).

Los alumnos con mayor autorregulación son aquellos que más atribuyen sus logros a la tarea realizada ($R_s=0,528$; $p<0,01$), al esfuerzo realizado ($R_s=0,454$; $p<0,01$), a su capacidad ($R_s=0,338$; $p<0,01$), así como aquellos que más involucrados se perciben con la asignatura ($R_s=0,374$; $p<0,05$).

Los alumnos con mayor motivación de logro son aquellos que más se autorregulan ($R_s=0,518$; $p<0,01$), los que más capacidad tienen para organizar las tareas ($R_s=0,416$; $p<0,05$), los que más involucrados se perciben con la asignatura ($R_s=0,463$; $p<0,01$) y los que más atribuyen sus logros a la tarea ($R_s=0,650$; $p<0,01$), al esfuerzo realizado ($R_s=0,766$; $p<0,01$), a su capacidad ($R_s=0,781$; $p<0,01$) y a la evaluación realizada por sus profesores ($R_s=0,555$; $p<0,01$).

También se observó que aquellos estudiantes que han tenido notas altas en 2º de Bachillerato ($R_s=0,407$; $p<0,05$) son aquellos que presentan mayor motivación de logro. Además, se ha podido observar que cuando el estudiante no se ha examinado de Química en la EVAU ($M= 78,50$; $DT=9,88$) presenta mayor motivación de logro ($Z=-0,579$; $p<0,05$) que los estudiantes que sí se examinaron de esta materia ($M=72$; $DT=2,06$). De hecho, son los estudiantes que cursaron por última vez Química en 4º de la ESO y 1º de Bachillerato ($R_s=-$

0,326; $p < 0,05$), son aquellos que presentan mayor motivación de logro.

Por último, en cuanto a la valoración que los alumnos realizan de la metodología utilizada y de la idoneidad de su profesor como facilitadores del aprendizaje, se pudo apreciar que aquellos estudiantes que más valoraron la metodología utilizada por el docente para aprender fueron aquellos que más idóneo consideraron al profesor ($R_s = 0,773$; $p < 0,01$). También se pudo comprobar que aquellos estudiantes que compatibilizan sus estudios con otra actividad fuera de la universidad ($M = 36,08$; $DT = 6,98$) y aquellos que cursan la asignatura de mañana ($M = 32,46$; $DT = 9,80$) consideran más idóneo a su docente respecto a aquellos que no compatibilizan sus estudios con otra actividad ($M = 28,04$; $DT = 10,27$) o que aquellos que cursan la asignatura de tarde ($M = 26,36$; $DT = 9,51$).

El resto de las variables que fueron valoradas (sexo, grado, asistencia a las sesiones teóricas, cooperativas o prácticas) no se relacionaron o produjeron diferencias en ninguna de las variables de interés (rendimiento, autorregulación, motivación o valoración de la idoneidad del profesor y de la metodología).

CONCLUSIONES

Respecto a los resultados obtenidos en primer lugar se puede concluir que el rendimiento académico del alumnado está relacionado con la motivación de logro, es decir, el deseo que nuestros estudiantes tienen de obtener un buen rendimiento. Aquellos que más lo desean, son aquellos que más lo consiguen. Además, se ha podido comprobar que estos estudiantes (aquellos que más desean obtener un rendimiento óptimo) son aquellos que más capacidad presentan para autorregular su aprendizaje, y que han tenido experiencias previas con la Química más agradables.

Por lo que, podemos intuir que cuando tenemos estudiantes con una actitud positiva hacia la Química y que tienen mayor capacidad para autorregularse, podrán estar más motivados, y en consecuencia presentar un mejor rendimiento académico. Estas primeras conclusiones nos llevan a pensar en la necesidad de diseñar intervenciones educativas en el aula que nos ayuden a potenciar actitudes positivas hacia la materia que impartimos, y la autorregulación de los estudiantes.

Este trabajo cuenta con algunas limitaciones identificadas tales como, el tamaño de muestra, ya que, a pesar de contar con un número elevado de estudiantes en el aula, no todos cumplimentaron los cuestionarios. Por otro lado, dada la Ley de Protección de Datos, debemos confiar en que los estudiantes han indicado la nota que realmente les corresponde. En futuros estudios sería adecuado poder identificar el rendimiento académico de los estudiantes a través de otros medios de asociación.

REFERENCIAS

- Durán-Aponte, E. y Pujol, L. (2013). Escala Atribucional de Motivación de Logro General (EAML-G): Adaptación y análisis de sus propiedades psicométricas. *Estudios Pedagógicos*, 49(1), 83-97. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052013000100005>
- Fernández, E., Cerezo, R., Núñez, J.C., Bernardo, A.B., Rodríguez, C., González-Castro, P., González, A., y Bernardo, I. (2010). Autorregulación del aprendizaje en estudiantes universitarios. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3, 219-226.
- García-Ros, R. y Pérez-González, F. (2011). Validez predictiva e incremental de las habilidades de autorregulación sobre el éxito académico en la universidad. *Revista de Psicodidáctica*, 16(2), 231-250.
- Hernández Barrios, A., y Camargo Uribe, Á. (2017). Adaptación y validación del Inventario de Estrategias de Autorregulación en estudiantes universitarios. *Suma Psicológica*, 24(1), 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.sumpsi.2017.02.001>.
- Panadero, E. y Alonso-Tapia, J. (2014). ¿Cómo autorregulan nuestros alumnos? Revisión del

modelo cíclico de Zimmerman sobre autorregulación del aprendizaje. *Anales de Psicología*, 30(2), 450–462. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.2.167221>

Panadero, E. (2017). A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research. *Frontiers in Psychology*, 8, 1–28. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422> Villar Sánchez, P., Arancibia Carvajal, S., Robotham Vargas, H., y González Morales, F. (2022). Factores que inciden en la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en primer año de ingeniería. *Revista complutense de educación*, 33(2), 337-349. *Tendencias pedagógicas*, 31, 137-148. <http://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.53961>

RFI O06 Perfeccionamiento de las Prácticas en Empresa y las Relaciones Internacionales en la formación en Ingeniería. El caso de la ETSIADI de Valencia

Rafael Seiz Ortiz^a, Suitberto Cabrera García^b, Elena Grimalt Navarro^c, Alicia Gilabert Álvarez^d, Abel Cabrera Martínez^e

^aUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Diseño Industrial, rseiz@idm.upv.es, ^bUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Diseño Industrial, suicabga@eio.upv.es, ^cUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Diseño Industrial, mgrimalt@upvnet.upv.es, ^dUniversitat Politècnica de València, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y Diseño Industrial, algilal@upvnet.upv.es, ^eUniversidad de Córdoba, Departamento de Matemáticas, acmartinez@uco.es.

Abstract

In engineering studies, internationalization and business internships are essential to guarantee a comprehensive quality education, especially if they are promoted in a coordinated manner. This work presents a joint improvement plan for International Relations and Business Internships at the School of Aerospace Engineering and Industrial Design (ETSIADI) of the Universitat Politècnica de València. The aim is to improve the organizational processes of these areas and to convert them into training centers in cross-curricular skills. First their evolution in recent years is studied, and then proposals for improvement are presented. Finally, two strategic plans are proposed, the “Employment Route” and the “ETSIADI International School”, to integrate skills training in these areas.

Keywords: International relations, Business internships, Cross-curricular skills, Quality improvement.

Resumen

En los estudios de ingeniería, la internacionalización y las prácticas en empresas son fundamentales para garantizar una educación integral de calidad, especialmente si se fomentan de forma coordinada. En este trabajo se presenta un plan de perfeccionamiento conjunto de las Relaciones Internacionales y las Prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial (ETSIADI) de la Universitat Politècnica de València. Se pretende mejorar los procesos organizativos de estas áreas y convertirlas en centros de formación en competencias transversales. Primero se estudia su evolución en los últimos años, para después presentarse propuestas de perfeccionamiento. Finalmente, se proponen dos planes estratégicos, la “Ruta del Empleo” y la “Escuela Internacional ETSIADI”, para integrar la formación en competencias en estas áreas.

Palabras clave: Relaciones Internacionales, Prácticas en Empresas, Competencias transversales, Mejora de la calidad.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Dentro de la formación de alto rendimiento en el ámbito de las ingenierías, la internacionalización y las prácticas en empresas representan un marco fundamental para garantizar una educación integral de calidad y conforme a las necesidades del mercado laboral actual. Partimos de la hipótesis de que ambas áreas alcanzan mejores resultados formativos si se potencian y fomentan de forma coordinada, aprovechando las sinergias entre ellas, lo cual no siempre sucede en las enseñanzas técnicas [2] [3] [4] [5].

En este trabajo se presenta un plan de mejora y perfeccionamiento coordinado de las Relaciones Internacionales y las Prácticas en Empresas a partir del estudio de caso de estas dos áreas y sus oficinas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial (ETSIADI) de la Universitat Politècnica de València. Se pretende lograr la excelencia en la formación del alumnado de las titulaciones del centro mediante la consecución de un doble objetivo: a nivel organizativo, mejorar los procesos de estas oficinas para hacerlos más eficaces y adecuados al alumnado, y, a nivel formativo, convertir ambas áreas en verdaderos centros de formación en toda una serie de competencias transversales para el estudiantado.

Para lograr estos objetivos, en esta investigación, primero se hace un estudio estadístico de cómo han evolucionado en los últimos años tanto las prácticas en empresa como los intercambios académicos. A continuación, se presenta una serie de recomendaciones y propuestas de acción para el perfeccionamiento de ambas oficinas. Finalmente, se proponen dos planes estratégicos, la “Ruta del Empleo” y la “Escuela Internacional ETSIADI”, para integrar la formación en competencias en estas oficinas.

METODOLOGÍA

La metodología para llevar a cabo la primera parte del estudio ha sido la estadística descriptiva, utilizando la información que se encuentra disponible en las oficinas relacionadas. En la segunda parte de la investigación, se ha llevado a cabo reuniones y entrevistas con el personal técnico y de administración y gestión de las dos secciones implicadas, para elaborar un doble plan de mejora, organizativa y formativa, para las Relaciones Internacionales y las Prácticas en Empresas en la ETSIADI.

Evolución de las Prácticas en Empresas y las Relaciones Internacionales en la ETSIADI

Estos datos, que también tienen en cuenta estudios anteriores sobre el tema [1], se presentan a continuación, en las tablas y gráficos siguientes.

En primer lugar, la Tabla 1 muestra la evolución del número de prácticas desde el curso 2017-2018 hasta la actualidad. Cabe señalar que los valores correspondientes al curso actual aún no recogen el total de prácticas, faltando por incluir las que se realicen hasta finalizar el curso.

Tabla 1. Prácticas en Empresa por cursos académicos.

Titulación	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Grados	1063	1062	808	827	889	830	698
Masters	268	254	230	260	320	301	277
Total ETSIADI	1331	1316	1038	1087	1209	1131	975

El número de prácticas ha ido ascendiendo, aunque en el curso 19-20, por efecto de la pandemia, hubo un decrecimiento del 21%, a partir de ese curso hay una tendencia a la estabilización del número de prácticas cerca de una media de 1190 prácticas.

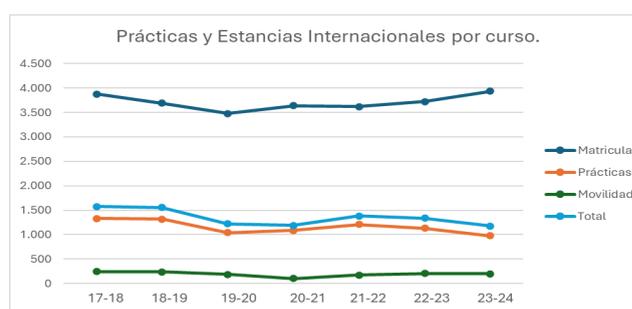
La Tabla 2 presenta la evolución del número de estudiantes de la ETSIADI que han completado estancias internacionales de intercambio. Se observa que la cantidad de estudiantes que realizaron estancias de estudios de intercambio en instituciones internacionales antes de la pandemia (COVID-19) superaba ampliamente los doscientos estudiantes por año académico, cifra que disminuyó significativamente, como es obvio, durante dicha pandemia, aunque nunca estuvo por debajo de los 100 estudiantes por curso. En el presente año, comprobamos la existencia de un repunte significativo. Se pretende afianzar, e incluso aumentar, esta tendencia al alza en el futuro, a medio y largo plazo. Al interpretar esta tabla, cabe destacar que los datos del curso 2023-24 están actualizados a fecha de 29 de abril de 2024.

Tabla 2. Estudiantes en estancias internacionales por cursos académicos.

Titulación	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Grados	177	183	151	69	146	160	162
Masters	68	53	35	34	29	46	37
Total ETSIADI	245	236	186	103	175	206	199

Por otra parte, en la Figura 1 se puede observar, para cada curso académico, la evolución en el número de alumnos que han realizado prácticas en empresa y estancias internacionales. También se muestra el total de ambas actividades por curso, así como la matrícula total de la ETSIADI en cada curso.

Figura 1. Estancias Internacionales y Prácticas en Empresas de los estudiantes por cursos académicos.



RESULTADOS

Resultados del análisis

En la Tabla 3 se presentan los valores de algunos indicadores de ambas áreas, las Prácticas en Empresas y las Relaciones con Empresas. Aproximadamente el 6 % de los alumnos realizan cada curso estancias en Universidades extranjeras, mientras que más de un 30 % de los alumnos realizan prácticas en empresas, siendo la suma superior entorno al 36 % de la matrícula de la Escuela.

Al terminar los estudios en la Escuela el 68 % y el 24 % de los graduados, han realizado al menos una práctica en empresa y una estancia internacional respectivamente.

Tabla 3. Proporción de estudiantes que realizan prácticas y/o Estancias Internacionales por cursos académicos.

Titulación	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Prácticas en Empresa.	1.331	1.316	1.038	1.087	1.209	1.131	975
Estancias Internacionales.	245	236	186	103	175	206	199
Total de Prácticas y Estancias.	1.576	1.552	1.224	1.190	1.384	1.337	1.174
Matrícula Escuela.	3.877	3.693	3.481	3.638	3.618	3.724	3.937
Prácticas/Matrícula (%)	34,33	35,63	29,82	29,88	33,42	30,37%	24,77%
Estancias/Matrícula (%)	6,32	6,39	5,34	2,83	4,84	5,53	5,05%
(Prácticas + Estancias) /Matrícula (%)	40,65	42,03	35,16	32,71	38,25	35,90%	29,82%

Plan general de mejora de las Prácticas en Empresas y las Relaciones Internacionales

Basándose en la reflexión sobre los puntos fuertes y débiles y en la interacción (debates y entrevistas) entre el personal que conforma las áreas implicadas, se ha elaborado un sencillo plan de mejora del funcionamiento de estas áreas.

En relación con el área de Relaciones con la Empresa, desde la Subdirección, en

coordinación con el equipo Directivo de la ETSIADI y buscando la máxima colaboración de los profesores se han realizado actividades cuyo objetivo es que los alumnos conozcan y participen en las prácticas en empresas. Algunas de estas acciones son:

- Talleres mensuales donde se explica a los alumnos todos los aspectos relacionados con las prácticas en empresas.
- Charlas por grupos docentes, principalmente de los últimos cursos y másteres para explicar los detalles de las prácticas en Empresas.
- Charlas de Empresas invitadas a explicar sus actividades y programas de prácticas en empresas, en el horario a tal fin, los jueves a partir de las 12 y 30 del día.
- Charlas de Empresas directamente en coordinación con algunas asignaturas.
- Promoción del Foro de Empleo, entre alumnos de la Escuela.
- Atención individualizada a los alumnos para participar en el programa, así como la ayuda para formalizar los Convenios de Prácticas con las Empresas.
- Cursos de formación y atención personalizada a los alumnos, en coordinación con personal del SIE, en la formación de los alumnos en la búsqueda de empleo: redacción de CV, entrevistas de trabajo, etc.

En base a los resultados presentados los objetivos del área de Relaciones con Empresas de la ETSIADI para el año 2024 son: (1) Mejorar la calidad de las prácticas; (2) Optimizar el número de prácticas realizadas; y (3) Perfeccionar el sistema de información y formación para potenciar la empleabilidad de los graduados, para lo cual se participará activamente en el programa llamado “Ruta al Empleo UPV”.

En lo que respecta al área de las Relaciones Internacionales, una idea de mejora que es muy conveniente desarrollar es el establecimiento de acuerdos de doble titulación con universidades extranjeras. Una recomendación, para solucionar el problema del reconocimiento académico, es pensar a nivel de competencias, más que buscando equivalencias exactas en contenidos, temarios y créditos.

A partir de otro aspecto identificado como punto débil en las Relaciones Internacionales, como es la bajísima oferta de asignaturas impartidas en lengua inglesa en la ETSIADI, surge la recomendación de incentivar la docencia en inglés en el centro. En este sentido, nuestra institución se apoya en un plan estratégico general a nivel de la UPV, que fomenta la impartición de asignaturas en inglés, a través de ayudas económicas directas.

Otro ámbito crucial dentro de las Relaciones Internacionales es la difusión de la información entre profesorado, alumnado y personal de gestión sobre los trámites, los servicios y las distintas posibilidades de internacionalización, especialmente (aunque no exclusivamente) el intercambio académico. Por ello, se recomienda, como ideas de perfeccionamiento, por una parte, mejorar la web del centro en lo que atañe a las Relaciones Internacionales, con la actualización de contenidos y una estructuración lógica de la información relevante, y, por otra parte, aumentar y sistematizar las charlas divulgativas.

Plan formativo “Ruta del Empleo” en la Universitat Politècnica de València

Este programa tiene como objetivos los siguientes: (1) Conocer actividades y servicios de la UPV que pueden apoyar al alumno para desarrollar algunas competencias transversales que demandan las empresas; (2) Conocer y manejar las herramientas que ayudarán al futuro egresado a incorporarse al mercado laboral; (3) Ayudar a decidir la trayectoria profesional del estudiante potenciando su capacidad de reflexionar sobre cómo sus decisiones académicas impactarán en su carrera; y (4) Tomar conciencia de la importancia de la iniciativa y adaptación al cambio para enfrentarte a la revolución de la IA.

Estará formado por tres fases o cursos en línea. En la Fase 1 (Actividades y Servicios para la Empleabilidad), el curso se certificará por 20 horas, y los servicios que conocerá el alumno son: Acción social y voluntariado; Fundación Servipoli; Generación Espontánea; Programa

Ideas; y Servicio Integrado de Empleo de la UPV (SIE). En la Fase 2 (Formación para la Empleabilidad), el curso se certificará por 30 horas y al alumnado conocerá los siguientes aspectos: Fases y qué se valora en un proceso de selección; Cómo iniciar tu búsqueda de empleo; Cómo establecer un proyecto profesional; Marca personal y Redes sociales, en concreto LinkedIn; Cómo redactar una carta de presentación y Curriculum Vitae; Cómo preparar una entrevista de selección; Aspectos básicos de normativa laboral que es importante conocer; y Una opción para tu carrera: el emprendimiento. La Fase 3 (Cuaderno de Ruta al Empleo UPV) consta de dos partes. La Parte 1 (Preparación. El proceso de búsqueda de empleo), comprende los siguientes contenidos: ¿Dónde estoy?; Identifico mis puntos fuertes; Investigo recursos y oportunidades; Encuentro ocupaciones y empresas interesantes; Creo mi red de contactos; y Establezco mis objetivos a corto/medio plazo. La Parte 2 (Estrategias para superar procesos de selección) consta de los contenidos: Ampliar mi red de contactos en las RRSS; Currículo enfocado; La carta de motivación y ¿Qué es?; y La entrevista de trabajo.

Como se puede observar, se trata de un plan formativo que proporciona certificación de horas y reconocimiento de créditos al alumnado, y cuyo contenido comprende una serie de competencias fundamentales para mejorar la empleabilidad del estudiantado de ingeniería.

Plan formativo “Escuela Internacional ETSIADI” de Valencia

En la ETSIADI se ha diseñado un plan institucional para el aprovechamiento de las numerosas visitas internacionales a nuestra escuela con el fin de ofrecer formación a nuestros estudiantes a un doble nivel: lingüística y cultural (relacionadas con la lengua extranjera y el país que se trate), por una parte, y en conocimientos y competencias específicas y transversales (propias del perfil del personal docente e investigador) que nos visita.

Con este propósito, se propone un procedimiento para la creación de una “Escuela Internacional ETSIADI” en la que nuestro alumnado, a través de las visitas internacionales, se pueda beneficiar de un aprendizaje que se podría considerar como informal, pero no por ello menos interesante para su formación. Así pues, la “Escuela Internacional ETSIADI” establece un marco institucional para la formación de nuestro estudiantado en conocimientos y competencias multidisciplinares y transversales.

Esta acción formativa se basa en un protocolo de acciones que desarrollan un plan de formación a través del cual el alumnado de la escuela recibe créditos por asistir y participar activamente en actividades formativas llevadas a cabo por visitantes internacionales. El primer paso, es proponer al visitante internacional la impartición de una breve conferencia o seminario (en el formato que desee) en el que trate un tema en el que sea experto o experta. En dicha conferencia o evento se le invita a dedicar un tiempo para la presentación de la institución donde trabaja, contribuyendo así transmitir una información que contribuya al fortalecimiento de las relaciones internacionales y los intercambios académicos. Se informa al profesorado visitante que por esta conferencia o seminario se le emitirá un certificado de participación oficial de la ETSIADI. Se propone al docente visitante la grabación de la sesión en vídeo. Estas grabaciones se alojarán en una sección de Relaciones Internacionales del sitio web del centro. Al final de cada semestre, dependiendo de las horas, se otorgarán créditos al alumnado, a razón de 1 crédito cada 10 horas.

CONCLUSIONES

En los centros docentes de las universidades que pretenden ofrecer a su alumnado una formación integral de calidad, basada en competencias y centrada en sus necesidades reales, las Relaciones Internacionales y las Relaciones con Empresas son áreas prioritarias. Es conveniente que estas dos secciones estén coordinadas para conseguir mejores resultados.

Con el objetivo de potenciar al máximo la calidad del servicio prestado por estas dos oficinas, es necesario, primero, reflexionar conjuntamente sobre la evolución de estas áreas, sus puntos fuertes y sus puntos débiles, para después proponer planes específicos de mejora

a un doble nivel, organizativo y formativo, convirtiendo a estas dos secciones en verdaderos centros formativos para el alumnado. Esto es precisamente lo que se ha llevado a cabo en este trabajo, con la presentación del caso concreto de la ETSIADI de la UPV, en la que se ha presentado un plan de mejora de estas dos áreas y dos programas formativos: la “Ruta al Empleo” y la “Escuela Internacional ETSIADI”.

REFERENCIAS

- [1] Cabrera G. S., Seiz O. R., Grimalt N. E., Gilabert Á. A., Fernández P. M. (2023). Integración de prácticas en empresa y estancias internacionales como pilares fundamentales de la formación en Ingeniería. XXX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET'30), Cartagena 19-21 julio 2023.
- [2] Castellanos, A., Sánchez, C. & Calderero, J. F. (2017). “Nuevos modelos tecnopedagógicos. Competencia digital de los alumnos universitarios”. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1). <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/1148/1502>.
- [3] Doblas Navarro, M. C., Cáceres Cansino, A. M., Heredia Sánchez, F., Peña Martín, J. P., García Berdonés, C. y Trujillo Aguilera, D. (2022). *Colaboración entre PAS y PDI para el desarrollo de competencias genéricas: primeros pasos y lecciones aprendidas*. 29 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 20-22 de julio de 2022.
- [4] Losekoot, E., Lasten, E., Lawson, A. y Chen, B. (2018). “The development of soft skills during internships: The hospitality student’s voice”. *Research in Hospitality Management*, 8:2, pp. 155-159.
- [5] Velinov, E., Ashmarina, S.I., y Zotova, A.S. (2021). “Importance of international entrepreneurship skills among mba students: Global comparative study”. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 139, pp. 78-84.

RFI O07 Formación básica en Ética y Objetivos de Desarrollo Sostenible en primer curso de un grado en Ingeniería

Carmen García-Berdones^a, J. Pedro Peña-Martín^b, Gonzalo Joya-Caparrós^c, Carmen de Trazegnies-Otero^d y Cristina Urdiales-García^e

Dpto. Tecnología Electrónica - Universidad de Málaga ([a](mailto:aberdones@uma.es)berdones@uma.es, [b](mailto:bjppena@uma.es)jppena@uma.es, [c](mailto:cjgc@uma.es)gc@uma.es, [d](mailto:cto@uma.es)cto@uma.es, [e](mailto:acurdiales@uma.es)acurdiales@uma.es)

Abstract

The work carried out to teach a module that develops Ethics and Sustainability competencies within an introductory subject to the Telecommunications Engineering degrees is presented. Although the scarcity of the allocated time has become evident, almost all the designed activities, both theoretical -including a presentation of the Sustainable Development Goals- and practical -articulated around a debate- have been implemented in the classrooms with satisfactory results.

Keywords: High Education, Engineering, SDG, Generic competences, Ethics, Critical Thinking.

Resumen

Se presenta el trabajo realizado para impartir un módulo que desarrolla competencias de Ética y Sostenibilidad en una asignatura introductoria a los grados de Ingeniería de Telecomunicación. Aunque la escasez del tiempo asignado se ha hecho evidente, casi todas las actividades diseñadas, tanto de corte teórico -incluyendo una presentación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible- como práctico -articuladas alrededor de un debate- se han implementado en las aulas con resultados satisfactorios.

Palabras clave: Educación Superior, Ingeniería, ODS, Competencias genéricas, Ética, Pensamiento crítico.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La necesidad de desarrollar en el alumnado universitario competencias relacionadas con el comportamiento ético y la sostenibilidad (E&S) está presente en estándares internacionales de calidad de los títulos universitarios, en las regulaciones de los títulos con atribuciones profesionales que se imparten en España, como las ingenierías, y en las leyes que regulan el sistema universitario español (Iglesias, 2023). Las redacciones más recientes de estas últimas recogen los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como referentes a seguir en la ejecución de las funciones universitarias. Así, y tal como indica Iglesias (2023), parece adecuado materializar las competencias de E&S incluyendo en los títulos oficiales resultados de aprendizaje (RA) relacionados con los ODS. El presente trabajo va en esta línea.

En las titulaciones de ingeniería, E&S son competencias genéricas (CG), en contraposición a las específicas, y, como tales, es muy habitual escoger un desarrollo curricular, incluyendo sus RA, bien en asignaturas que desarrollan RA específicos de la titulación, o bien en asignaturas concebidas expresamente para su desarrollo. Se presenta aquí una implementación de esta última vía. Siguiendo con las CG, el rechazo que el profesorado puede mostrar a su desarrollo en el aula ha sido recogido por la literatura. Como ejemplo ligado a las competencias de E&S, en una investigación llevada a cabo en varias universidades, Niels (2020) concluye que en ingeniería predomina una “ideología de la despolitización”, en la que se consideran irrelevantes para el trabajo de ingeniería “real” preocupaciones “no técnicas”, como el bienestar público.

Junto a esta resistencia, de corte actitudinal, también está recogida otra de carácter práctico: el profesorado se siente incapaz de impartir clases sobre algo de lo que no es especialista y, de hecho, es un debate antiguo (Jones, 2009), pero abierto en nuestra opinión, si el desarrollo de las CG debe ser encargado a especialistas en ellas o a especialistas de la titulación en la que se insertan, esto último fundamentado en que este profesorado conoce mejor el entorno profesional en las que la CG se deberán poner en juego. El presente trabajo toma esta última opción, con el profesorado implicado no exento de la sensación de incapacidad recién descrita, algo mitigada por ser, como se verá, un curso introductorio y de pocas horas, y por la existencia de literatura de apoyo (Poel, 2023).

Antes de presentar las motivaciones y objetivos del trabajo, se debe señalar que el desarrollo de las competencias E&S debe llevar emparejado el desarrollo de otra CG fundamental¹: el pensamiento crítico. Sin él, aunque su formación en E&S permita al alumnado reconocer los dilemas éticos que se le irán presentando, difícilmente podrá enfrentarlos de forma eficaz (Meisel, 2006). De entre las diversas actividades propuestas para el desarrollo de esta CG (Alsaleh, 2020), el debate será la que mejor se adecue a los objetivos de este trabajo.

La motivación de este y otros trabajos similares proviene de la inquietud de una parte del profesorado del departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad de Málaga (UMA) por el prácticamente nulo desarrollo de las competencias de E&S en las seis titulaciones de grado de Ingeniería de Telecomunicación (IT)² de la UMA. Este profesorado actualmente trabaja en un proyecto de innovación educativa que propone potenciar el desarrollo, entre otras CG, de las competencias de E&S, siguiendo la primera vía antes mencionada: promoviendo la inclusión de sus RA en asignaturas de carácter específico (Peña-Martin, 2023). Pero en el curso 2023-24 se presentó la oportunidad de ensayar la segunda vía: incluir RA de E&S en una asignatura, Ingeniería y Sociedad (I&S), que, desde su gestación, contenía un módulo exclusivo para el desarrollo de E&S.

Se presenta aquí el trabajo realizado para desarrollar el módulo de E&S de la asignatura I&S en el curso 23-24. Los objetivos planteados para su desarrollo fueron: 1) Establecer el RA a desarrollar y 2) Diseñar y poner en marcha a) las actividades pertinentes para su desarrollo y evaluación del grado de adquisición por parte del alumnado y b) los mecanismos de evaluación de su implementación en las aulas, de cara a la mejora para los siguientes cursos. En el siguiente apartado se mostrará la metodología y las acciones tomadas para alcanzar los objetivos, se continuará con los resultados obtenidos tras la puesta en marcha del módulo en las aulas y, finalmente, se presentarán algunas conclusiones y líneas de mejora para siguientes cursos.

METODOLOGÍA

Las decisiones que se fueron tomando en todo el proceso se fundamentaron en la revisión de la literatura, expuesta someramente en el apartado anterior, y en las características de la asignatura I&S (6 ECTS), que albergaría el módulo de E&S, que se comentan a continuación.

I&S se impartió por primera vez en el curso 2023-24 ya que el cambio de plan de estudios de los grados de IT de la UMA, que entró en vigor ese curso, introducía esta nueva asignatura. Común para los seis grados, se sitúa en el primer semestre del primer curso ya que pretende presentar la IT al alumnado recién ingresado desde una doble perspectiva, la profesión que ejercerá y la formación universitaria que va a comenzar. Así, por un lado, debe permitir al alumnado hacer una primera aproximación a la empresa y mostrarle el papel de la IT en la sociedad, los avances que ha propiciado hasta ahora y el impacto social y medioambiental de los retos futuros; por otro, debe mostrarle una idea clara de la estructura y contenido formativo del grado en el que acaba de ingresar. El diseño de I&S lo realizó una comisión formada por

¹ recogida en todos los marcos competenciales consultados, menos, sorprendentemente en nuestra opinión, en el que regula la profesión de IT

² <https://www.uma.es/etsi-de-telecomunicacion/info/70992/oferta-academica/>

profesorado de los tres departamentos de la UMA que imparten docencia mayoritariamente en los grados de IT³, ya que su docencia, en cada grado, sería impartida conjuntamente por dichos departamentos. Por lo ambicioso de su contenido y, en nuestra opinión, también por las reticencias antes descritas a las CG, la comisión asignó al módulo de E&S seis horas presenciales- cuatro en grupo reducido- y el 15% del total de la calificación de I&S. Esta baja presencia de E&S también ha sido encontrada en asignaturas de corte análogo en titulaciones de IT de otras universidades⁴. Su diseño e impartición, por la experiencia en CG ya comentada, se dejó en manos del departamento de Tecnología Electrónica.

Resultado de Aprendizaje a desarrollar y descripción de las actividades para alcanzarlo

En primer lugar, se redactó el siguiente RA: “Reunir información y emitir juicios sobre dilemas éticos que plantean los desarrollos tecnológicos y sobre la contribución de la IT a alcanzar los ODS”. Como se puede ver, tienen un peso muy importante tanto la necesidad de presentar los ODS al alumnado, como el desarrollo del pensamiento crítico, relacionando ambos con el ámbito profesional de la IT. Además, se decidió dividir las tres sesiones presenciales (de dos horas cada una) en una de tipo expositivo y dos de tipo práctico.

El hilo conductor de la *sesión expositiva* se esquematiza en la Figura 1a. Para interactuar con el alumnado durante esta clase se prepararon actividades en los temas: responsabilidad (encuestas sobre reparto de responsabilidades en la cadena de personajes que intervinieron en el lanzamiento de la bomba atómica), ODS (encuesta sobre los ODS cubiertos por proyectos ejemplo y sobre el grado de cumplimiento esperado en el 2030) y teorías éticas (estudio de un dilema que se le presenta a una profesora mientras corrige un examen). La Figura 1b muestra un ejemplo del resultado de estas actividades.



Figura 14 a) Hilo conductor de la sesión expositiva. b) Resultado de una actividad interactiva en Mentimeter.

Para desarrollar el pensamiento crítico, de entre las actividades que se referenciaron en la introducción, se pensó que el debate era particularmente apropiado ya que se iba a presentar en la sesión expositiva como una de las herramientas para afrontar los dilemas éticos. Así que *las dos sesiones prácticas* se dedicaron a esta actividad, que como se ha mencionado, se realizaría con grupos reducidos (un máximo de 30 alumnos por grupo). En la Tabla 1 se muestran las actividades que se diseñaron para cada sesión (S) en el orden temporal en el que se ejecutarían en clase y con los tiempos asignados a cada una (margen de error: 10 minutos/S), y en la Figura 2, la manera esquemática en la que se presentarían al alumnado. A continuación, se describirán brevemente estas actividades partiendo de los objetivos que las motivaron.

Tabla 1 Descripción de las actividades prácticas propuestas por sesión

³ Ingeniería de comunicaciones, Tecnología electrónica y Lenguajes y ciencias de la computación.

⁴ <https://www.ugr.es/estudiantes/grados/grado-ingenieria-tecnologias-telecomunicacion/ingenieria-empresa-sociedad>; https://www.upm.es/comun_gauss/publico/guias/2022-23/1S/GA_09TT_95000004_1S_2022-23.pdf

S	Fase del debate	Actividad	T (minutos)
1	Preparación (I/II)	Presentación: actividad debate y método de análisis de textos	20
		Reparto lotes de documentación de partida y análisis individual	20
		Puesta en común y depuración por grupos de ideas extraídas	35
		Presentación: Falacias y Fakes	15
2	Preparación (II/II)	Nueva distribución del alumnado en grupos y asignación de rol	10
		Preparación por rol del debate y elección de portavoz	30
	Ejecución: 1ª postura	1.-Exposición portavoz	7
		2.- Réplica del oponente + contestación ponente	5
		3.- Preguntas de la prensa + contestación del ponente	5
Ejecución: 2ª postura	Pasos 1 a 3 para segunda postura	17	
Reflexión	Puesta en común de falacias/fakes detectados. Conclusiones	15	



Figura 15 Esquema de las dos sesiones prácticas

En primer lugar, se pretendía alejar al alumnado de un modelo de este tipo de actividad basado en los “debates” que a menudo se presentan en los medios; por ese motivo, y como se ve en la Figura 2, las sesiones prácticas se articularon alrededor de las dos fases de un debate: su preparación y su ejecución, presentándole un modelo de debate ordenado, mostrado parcialmente en la Figura 3b, que posteriormente deberían seguir en la fase de ejecución y, también, introduciendo las falacias y los *fakes* como malas prácticas, pero desgraciadamente habituales, en el transcurso de un debate. Como complemento a este último tema, se implementó un cuestionario de autoevaluación que permitía la clasificación de diversas falacias y se invitó al alumnado a practicar con él con el incentivo de que necesitaría cierta pericia en el tema en la siguiente sesión, como se verá en seguida.

En segundo lugar, se pretendía que el alumnado practicara con el análisis de textos, para lo que se le presentaría el método para extraer y organizar ideas basado en la ayuda de notas adhesivas que se esquematiza en la Figura 3a. El alumnado, en la primera sesión, usaría las etiquetas adhesivas para extraer, primero individualmente y luego en grupo, las ideas principales de los textos -previamente seleccionados por el profesorado- que se les asignarían para preparar el debate; en la segunda sesión, usaría esas mismas etiquetas para construir su discurso o sus posibles réplicas. Por último, se pretendía que la actividad tuviera carácter *gamificado* y que permitiera a todo el grupo de alumnado sentirse protagonista de ella, no solo a aquellas personas con más facilidad para intervenir en público. Para eso, en la segunda sesión el alumnado se dividió en tres grupos y, de forma aleatoria, se le asignó a cada grupo uno de los tres siguientes roles (Figura 4a): ponente de la postura a favor, ponente de la postura en contra y miembros de la prensa que asisten al debate. Así, toda la fase de preparación de la segunda sesión se haría en equipo y, aunque en la fase de ejecución la voz la tenía el portavoz del grupo previamente elegido, en las réplicas y en las contestaciones, bien a las réplicas o a las preguntas del público, se les darían unos minutos para que las pudieran preparar en grupo. También se indicó a cada equipo que debía introducir en su discurso el contenido de al menos una de las tres tarjetas de falacias/*fakes* - confeccionadas previamente por el profesorado- que los grupos escogerían aleatoriamente de una “baraja” de tarjetas (Figura 4b y d). Mientras que cada ponente exponía su discurso, la misión del resto del alumnado sería localizar estas falacias y/o *fakes*. En un principio se barajó la idea de establecer un sistema de puntuación basado en esta tarea de localización para establecer ganadores y ganadoras que conseguirían una chapa (Figura 4c), pero por la complejidad que conllevaba se descartó la idea para esta primera vez que se impartía el módulo y, finalmente, se decidió otorgar el premio a todo el alumnado.

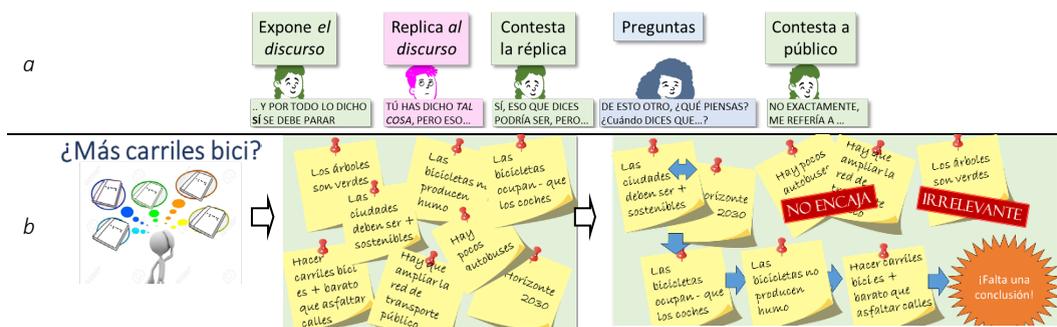


Figura 16 a) Modelo del transcurso de un debate: turno a favor. b) Análisis de texto con ayuda de notas adhesivas.

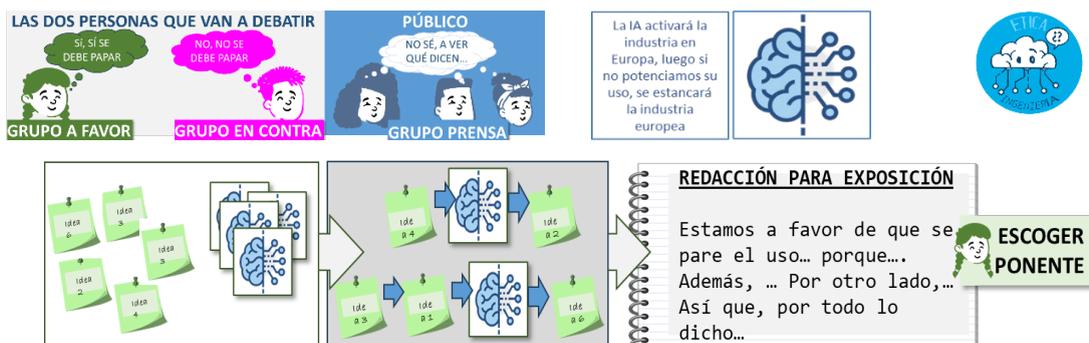


Figura 17 Elementos de gamificación a) Roles a jugar por cada equipo. b) Ejemplo de tarjetas con falacias y “fakes”(anverso y reverso) c) Chapa para el alumnado. d) Instrucciones para construir el discurso a favor.

El diseño del debate se completó programando un tiempo para una reflexión conjunta final, escogiendo la pregunta sobre la que se articularía el debate: “¿Se debe parar el uso de la Inteligencia Artificial hasta que haya una regulación?” y seleccionando los textos a favor o en contra de los que partiría el alumnado en la fase de preparación. La pregunta del debate sería hecha al alumnado, mediante un cuestionario, antes y después de las sesiones prácticas, con el objetivo de analizar si la actividad de debate había modificado sus opiniones iniciales.

Mecanismos de evaluación del alumnado y de la experiencia.

Al *alumnado* se le evaluaría mediante un cuestionario tipo test para los contenidos teóricos de la sesión expositiva (0,5 puntos) y por su asistencia a las dos sesiones prácticas (1 punto). Como en la sesión teórica se habían tratado los códigos éticos como una herramienta para la convivencia de una comunidad y como las sesiones prácticas requerían continuidad de una sesión a otra y trabajo en grupo, se decidió establecer un código para que dichas sesiones fueran lo más provechosas posible para todo el mundo y cuyo cumplimiento permitía obtener su puntuación asociada: se debía asistir a ambas y no hacerlo con más de diez minutos de retraso desde su comienzo. A la *experiencia* se la evaluaría administrando un cuestionario anónimo al alumnado, diseñado para la asignatura I&S, que incluía una pregunta sobre este módulo: “Uno de los objetivos que tiene I&S es proporcionarte una visión ...del posible impacto social y medioambiental de los retos que la IT tiene por delante. ¿En qué grado ha cumplido sus objetivos el Módulo de E&S? En absoluto/ Parcialmente/ En gran medida/ Totalmente”. También, tras la finalización de cada una de las tres sesiones programadas, el profesorado implicado en su docencia (tres profesoras y dos profesores el curso 2023-24) realizaría una reunión de seguimiento para analizar la marcha de dichas sesiones.

RESULTADOS

Respecto a los resultados obtenidos por el *alumnado*, la puntuación media en el cuestionario fue de 0,41 ($\sigma=0,06$, sobre un total de 201 cuestionarios recibidos) y el número de estudiantes que cumplieron con el código ético de las sesiones prácticas fue de 198 (sobre un total de 273 estudiantes matriculados). La diferencia entre matriculados y número de cuestionarios y

asistentes a las sesiones prácticas se debe al alto índice de abandono que presentan estas titulaciones que ya es patente a las alturas del semestre en que se realizó la actividad (noviembre). Respecto a la evaluación del *módulo*, el 88% de los encuestados -58 cuestionarios recibidos- piensa que los objetivos se han alcanzado en gran medida o totalmente. La baja participación se debe a que, finalmente, solo se administró la encuesta a tres de los seis grados.

Todas las actividades diseñadas se realizaron, excepto en la sesión teórica. En las reuniones de seguimiento se sacaron conclusiones muy positivas en lo que a la actitud del alumnado se refiere. Particularmente las sesiones prácticas fueron muy dinámicas y con una participación mayoritaria del alumnado que, claramente, se mostraba interesado en el tema del debate, e, incluso, se superaron las expectativas en lo que se refiere a los discursos, réplicas y preguntas formuladas, aunque las falacias y/ o *fakes* introducidas intencionadamente en el discurso rara vez se reportaron. En la parte negativa, se evidenció la falta de tiempo en la sesión teórica en la que solo se pudieron hacer una o dos de las tres actividades interactivas previstas, dependiendo del grado. También se observó que la pregunta del debate no resultó clara para el alumnado en la primera sesión con lo que se tuvo que descartar el estudio previsto sobre la relación del debate con el cambio de opinión.

CONCLUSIONES

Se ha presentado el diseño, implementación y evaluación de un módulo para desarrollar la competencia E&S, llevado a cabo por primera vez durante el curso 2023-24 y formando parte de una asignatura que también era impartida por primera vez. Teniendo en cuenta todo ello, los resultados entendemos que han sido buenos, aunque, tal y como nos temíamos, seis horas son insuficientes para abordar, aunque sea de forma introductoria, un tema tan extenso e importante. Es clara la necesidad de una futura negociación para ampliar el tiempo. Hay que decir que el diseño se ha podido implementar en las aulas prácticamente completo por el esfuerzo llevado a cabo por el profesorado en la parte de preparación de las sesiones en las que, sobre todo en las sesiones prácticas, se ha optimizado el tiempo no dejando nada a la improvisación. Las personas que firman este trabajo entienden que para construir una sociedad mejor la “ideología de la despolitización” debe desaparecer de las aulas y, por tanto, de la profesión y confían en haber puesto su grano de arena para ello.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto de Innovación Educativa PIE22-062 (Proyecto de desarrollo integrado de competencias transversales en el grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos) de la UMA y por el grupo de investigación DIANA (TIC-171) del Plan Andaluz de I+D+i (PAIDI) a través del proyecto TIC-171-G-FEDER del II Plan Propio de Investigación, Transferencia y Divulgación Científica de la UMA.

REFERENCIAS

- Alsaleh, N. J. (2020). Teaching Critical Thinking Skills: Literature Review. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 19(1), 21–39.
- Iglesias, M. C. A. (2023). Integración de la Sostenibilidad en los Resultados del Aprendizaje de los títulos universitarios oficiales españoles. *Acreditadas*, 11, 6–12.
- Jones, A. (2009). Generic Attributes as Espoused Theory: The Importance of Context. *Higher Education: The International Journal of Higher Education and Educational Planning*, 58(2), 175–191.
- Meisel, S. I., & Fearon, D. S. (2006). “Choose the Future Wisely”: Supporting Better Ethics Through Critical Thinking. *Journal of Management Education*, 30(1), 149–176.
- Niles, S., Contreras, S., Roudbari, S., Kaminsky, J., & Harrison, J. L. (2020). Resisting and assisting engagement with public welfare in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 109(3), 491–507.

Peña-Martin, J. P., & García-Berdónés, C. (2023). Proyecto de desarrollo integrado de competencias transversales en un grado de ingeniería: diseño. *30 Congreso Universitario Innovación Educativa En Enseñanzas Técnicas*.

Poel, I. van de, & Royakkers, L. M. M. (2023). *Ethics, technology, and engineering : an introduction* (Second edition.). John Wiley & Sons, Ltd.

RFI O08 El escape room como actividad para la captación de talento en los estudios de ingeniería

Sonia Bouza Fernández^a, Carolina Camba Fabal^b, Antonio Couce Casanova^c, Alberto Leira Rejas^d y Vicente Díaz Casas^e

^aEscuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol, Campus Industrial de Ferrol, Universidade da Coruña, sonia.bouzaf@udc.es, ^bEscuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol, Campus Industrial de Ferrol, Universidade da Coruña, carolina.camba@udc.es, ^cEscuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol, Campus Industrial de Ferrol, Universidade da Coruña, antonio.couce@udc.es, ^dEscuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol, Universidade da Coruña, alberto.leira@udc.es y ^eEscuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol, Campus Industrial de Ferrol, Universidade da Coruña, vicente.diaz.casas@udc.es

Abstract

This paper presents the experience carried out at the Ferrol Polytechnic School of Engineering to achieve greater motivation and therefore a greater recruitment of students who want to pursue engineering studies. The experience takes place in a dissemination activity of the center, and specifically, it is based on carrying out an escape room.

From the results obtained, the potential of this activity for attracting students and disseminating engineering degrees is deduced.

Keywords: escape room, recruitment, dissemination, engineering and talent.

Resumen

El presente trabajo expone la experiencia llevada a cabo en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol para conseguir una mayor motivación y por lo tanto una mayor captación de estudiantes que quieran realizar estudios de ingeniería. La experiencia se desarrolla en una actividad de difusión del centro, y en concreto, se basa en realizar un escape room.

De los resultados obtenidos se deduce el potencial de esta actividad para la captación de estudiantes y la difusión de las titulaciones de ingeniería.

Palabras clave: escape room, captación, difusión, ingeniería y talento.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En los últimos años se ha detectado una pérdida importante de interés por las titulaciones de ciencias e ingeniería (STEM) y principalmente de las titulaciones de ingeniería, por parte de los estudiantes de niveles inferiores.

Por otro lado, otra problemática detectada, es que el perfil de estudiante definido para estas titulaciones, interés y habilidad para las matemáticas, física y dibujo, coinciden con las materias que cada vez tienen menos atractivo en los estudios de educación secundaria y bachillerato. En este sentido, tal y como se indica en el Informe “El desafío de las vocaciones STEM” (Asociación DigitalIE, 2019), elaborado por DigitalES, los motivos principales del alumnado de educación secundaria, bachillerato y FP por los que no escogerían titulaciones de la rama de Ingeniería y Arquitectura, son la dificultad académica (40%) y la falta de orientación y conocimiento (65%). (Ministerio Educación y Formación Profesional- Subdirección General de Estadística y Estudios, 2023)

Hasta hace pocos años la labor de difusión de las titulaciones de ingeniería, no se consideraba trascendente, dado que el número de estudiantes de nueva matrícula no hacía necesaria la misma. Pero hoy en día, este planteamiento requiere de un gran cambio, motivado por un lado por el cada vez mayor abanico de títulos de grado ofertados en el sistema universitario español y por otro por el progresivo descenso de la natalidad. Tampoco se puede

obviar el aumento, que por el contrario, se está produciendo en los ciclos de formación profesional. En el curso 21-22 se ha producido un incremento de la matrícula en ciclos superiores del 40,7% respecto al curso anterior.

Este escenario obliga a prestar mayor atención a la difusión y captación de estudiantado, convirtiéndose, actualmente, de vital importancia y/o estratégico para la Universidad.

En la Escuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol (EPEF) durante varios cursos académicos se viene celebrando el Día de la Ingeniería, una actividad que abre las puertas de las instalaciones del centro a todos los potenciales estudiantes de centros educativos y al público en general, para dar a conocer el conjunto de titulaciones que se imparten en el mismo. La actividad, aunque obtenía una valoración positiva, no conseguía motivar a los estudiantes hacia la selección de una carrera de ingeniería y generase, por tanto, el efecto deseado, que no es otro que aumentar el número de nuevos estudiantes en 1º curso en las titulaciones de ingeniería.

A la vista de esta situación, se detecta la necesidad de plantear en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol nuevas actividades dentro del Plan de captación y difusión del centro, adaptadas a los nuevos intereses/perfiles del potencial alumnado, empleando dinámicas que traten de mostrar una parte más atractiva y/o divertida de las titulaciones de ingeniería a los futuros estudiantes. Hasta ahora lo que se venía haciendo ese día era enseñar al estudiantado asistente los laboratorios más representativos de las diferentes ramas de ingeniería que se imparten en el centro.

La nueva actividad diseñada tenía varios objetivos:

- Conseguir que la visita al centro fuese entretenida y/o amena y que a su vez los visitantes al centro dejaran en la misma de ser un simple sujeto pasivo para convertirse en un sujeto activo.
- Relacionar las disciplinas que estaban cursando en el bachillerato, tales como matemáticas, física, química y dibujo, con la ingeniería.
- Captar aquellos estudiantes con talento que están indecisos a la hora de escoger la titulación a estudiar e intentar que otros pierdan el miedo a iniciar los estudios de ingeniería.

Se decide usar la gamificación, ya que como indica (Hamari, 2014) tiene múltiples beneficios y gracias a su utilización aumenta el compromiso de los participantes en la actividad. Entre las diferentes opciones de gamificación, nos decantamos por un modelo de gamificación grupal como es el escape room.

En la presente ponencia se muestra la experiencia realizada el 15 y 16 de febrero del 2024 en la Escuela Politécnica de Ingeniería, dentro de la Jornada del Día de la Ingeniería, con alumnado del bachillerato de Ciencias y Tecnología, consistente en un escape room.

METODOLOGÍA

El escape room es un juego en el que los participantes tienen que descubrir enigmas, pistas, resuelven acertijos o realizan alguna actividad para lograr una meta específica que originalmente es salir de la habitación en un tiempo límite (Veldkamp, 2020)

(Wiemker, 2106) señalan que el escape room se puede diseñar de tres formas:

- Modelo lineal: los retos están ordenados y se debe seguir una secuencia para alcanzar el objetivo fijado.
- Modelo abierto: los retos no están ordenados y se pueden resolver en el orden que el grupo decida.
- Modelo multilineal: supone una combinación de los dos anteriores, ya que introduce retos que deben realizarse de manera ordenada y otros no.

Nos decantamos por diseñar un modelo de escape room lineal, compuesto por cuatro

retos, que se corresponden con las cuatro materias fundamentales de 1º curso de las titulaciones de ingeniería: matemáticas, física, química y expresión gráfica, y de las cuales el alumnado participante ya posee conocimientos previos por impartirse en bachillerato.

La definición de la actividad se llevó a cabo en diferentes etapas:

1. Reunión con el profesorado docente de las materias seleccionadas para presentar y explicar la actividad que se quería realizar. Con ello se quería conseguir involucrarlos en la misma. Es importante reseñar que la respuesta de los docentes fue totalmente colaborativa desde el momento en que se planteó esta experiencia.
2. Diseño de los retos de cada una de las disciplinas establecidas.
3. Puesta en común de los diferentes retos propuestos por los docentes. En esa reunión también se decide el orden de los retos, ordenándose de menor a mayor complejidad, para así conseguir motivar a los equipos hacia la consecución del objetivo final.
4. Definición del objetivo final de la actividad, que consistía en abrir un cofre, el cual albergaba diferentes regalos para los integrantes del equipo.
5. Fijación de una prueba preliminar para poder abrir el cofre. Como el cofre tiene un candado numérico de cuatro dígitos, se decide entregar a medida que se supera cada reto una pieza de un puzzle, de modo que una vez superados los cuatro retos los equipos disponían de todas las piezas para montarlo. Con el puzzle resuelto se obtenía la clave del candado para abrir el cofre.
6. Definición de la duración máxima disponible para conseguir el objetivo final, fijada en 40 minutos, así como las reglas del juego.
7. Preparación de las fichas de las pruebas y del material necesario para la realización de las mismas.
8. Finalmente, se simula el juego con un equipo de estudiantes de 1º curso de ingeniería para comprobar el grado de dificultad y comprobar que no hay errores en la definición y desarrollo de la actividad.

Una vez conocido el número de estudiantes inscritos en el Día de la Ingeniería, se definieron los equipos y el número de integrantes por equipo, así como los itinerarios a seguir por cada uno de ellos a lo largo de la jornada. Ante el gran interés mostrado por los centros educativos, y para que todos los preinscritos pudiesen asistir, se deciden realizar dos jornadas.

En el evento participaron 220 estudiantes de bachillerato de la rama de ciencias y tecnología de 13 centros educativos de toda Galicia. El escape room se desarrolló dentro de un aula de la cual no se podía salir hasta que finalizase el tiempo límite fijado para abrir el cofre. Se dividieron a los estudiantes por centro y dentro de este por equipos de entre 5-7 personas. A lo largo de la mañana la actividad fue realizada simultáneamente por varios equipos en cada tramo horario fijado. Esto permitió incluir cierto grado de competitividad entre ellos, para motivarles aún más a conseguir el objetivo en el menor tiempo posible.

Con cada equipo se contaba un supervisor de la organización que se encargaba de comprobar que el resultado que entregaba el equipo en cada reto era correcto y en caso afirmativo facilitarles una pieza del puzzle y entregarles la ficha del siguiente reto. Estos supervisores también eran los encargados de apuntar los tiempos de ejecución de cada reto por equipos.

En la figura 1 se muestra el proceso lineal a seguir por todos los equipos en el escape room, de tal forma que mientras no superen cada prueba no podrán avanzar. Los equipos que conseguían abrir el cofre en tiempo recibían un premio. Como se tenía previsto la posibilidad de que varios equipos abrieran el cofre en el tiempo fijado, se decidió otorgar al equipo que consiguiera hacerlo en menor tiempo el premio como ganador de la jornada.

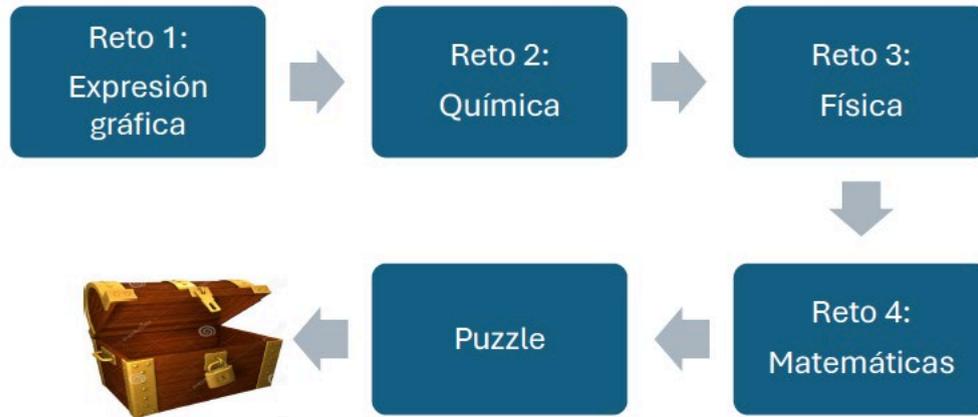
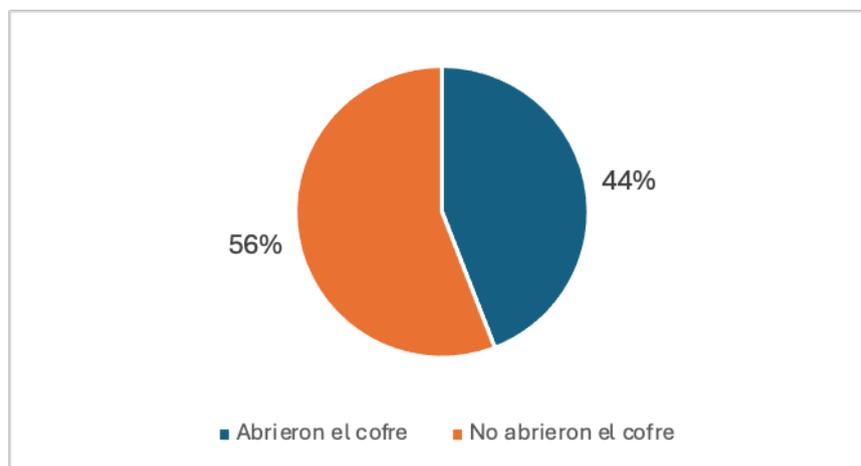


Fig. 1. Flujograma del escape room.

Al finalizar las jornadas se les pasó a los estudiantes participantes una encuesta para poder conocer su valoración del escape room así como sus intereses en estudiar ingeniería.

RESULTADOS

A lo largo de las dos jornadas participaron en el escape room 34 equipos, de los cuales, como se muestra en la figura 2, casi la mitad consiguieron el objetivo de abrir el cofre en el



tiempo máximo fijado de 40 minutos.

Fig. 2. Porcentaje de equipos que superaron el reto.

El 100% de los equipos superaron los dos primeros retos, expresión gráfica y química. El 88% de los equipos superaron el reto de física y el 50% de estos equipos superaron el reto de matemáticas. Finalmente indicar, que todos los equipos que alcanzaron el 4º reto consiguieron abrir el cofre.

Aunque hubo un equipo ganador por día, el de la jornada del 16 de febrero fue el que consiguió superar todas las pruebas y abrir el cofre en el menor tiempo posible, que fueron 17 minutos. En contrapartida, el tiempo del equipo que más tardó en finalizar fue de más del

doble, 38 minutos.

Analizando los resultados de las encuestas, la valoración del escape room obtiene una puntuación media muy buena de 7 sobre 9.

De los equipos que no alcanzaron el objetivo, el 85% respondieron que si tuvieran más tiempo hubiesen resuelto las pruebas que les faltaban.

Por otro lado, en el ítem referente a si estarías interesado/a en estudiar un grado en ingeniería, figura 3, el 60% de los estudiantes respondieron afirmativamente, mientras que casi un 20% están indecisos. De los quince equipos que consiguieron llegar a la meta el 95% de sus integrantes respondieron estar interesados en estudiar ingeniería.

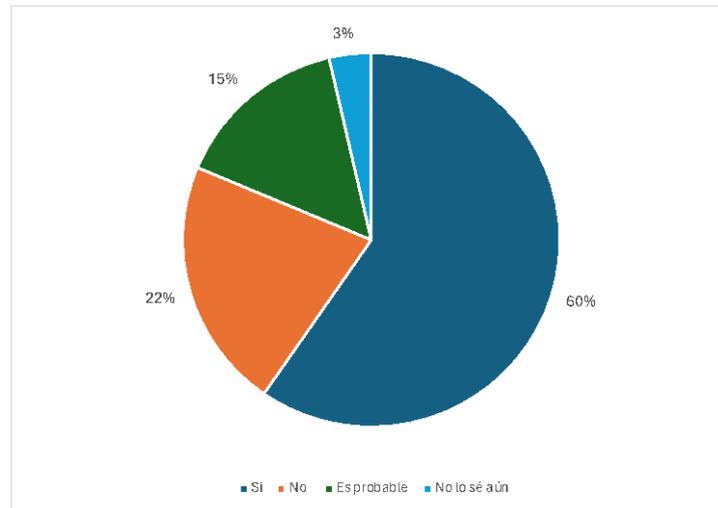


Fig. 3. Interés en estudiar titulaciones de ingeniería.

Todo el profesorado que acompañaba a los diferentes centros educativos transmitió al centro, al finalizar las jornadas, que el alumnado se había divertido y que una gran parte de estos que en principio no tenían claro qué estudiar, esta actividad les hacía contemplar la ingeniería como una opción posible, corroborando así los resultados de las encuestas

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, la valoración de esta nueva actividad para la difusión y captación de alumnado es muy positiva, ya que los estudiantes participantes se divertieron a la vez que pudieron comprobar sus conocimientos en materias básicas. A su vez, se espera una mayor captación de estudiantes en los próximos cursos académicos ya que tal y como se reflejan en las encuestas, esta actividad ha servido para que contemplen los estudios de ingeniería como una posibilidad de elección en el futuro.

Esto pone de manifiesto la importancia de diseñar actividades activas para la captación de estudiantes y la difusión de las titulaciones de ingeniería.

REFERENCIAS

Asociación DigitalIE. (2019). El desafío de las vocaciones STEM. Obtenido de www.digitales.es/wpcontent/uploads/2019/09/Informe-EL-DESAFIO-DE-LAS-VOCACIONES-STEM-DIGITAL-AF-1.pdf

Hamari, J., Koivistoj, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. 47 th Annual Hawaii International Conference On System Sciences, (pág. 30253034). Hawaii. Obtenido de https://people.uta.fi/~kljuham/2014-hamari_et_al-does_gamification_work.pdf

Ministerio Educación y Formación Profesional- Subdirección General de Estadística y Estudios. (2023). ESTADÍSTICA DEL ALUMNADO DE FORMACIÓN PROFESIONAL Curso 2021-2022. Madrid. Obtenido de <https://www.educacionfpydeportes.gob.es/dam/jcr:3fd4f22f-a477-479a-8e9a-b92f5e2344a6/nota-2021-2022.pdf>

Veldkamp, A., Van de Grint, M., & Van Joolingen, W. (January de 2020). Escape education: A systematic review on escape rooms in education. Educational Reserch Review. doi:<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>

Wiemker, M., Elumir, E., & Clare, A. (2106). Escape Room Games "Can you transforman unpleasant situation into a pleasant one? Game-based learning. Obtenido de www.team-workandteamply.com/resources/resource-escaperooms.pdf

RFI O10 Jornadas de Prácticas Externas y Empleabilidad. Simbiosis Universidad-empresa

Pedro M. Lara Santillán^a, Javier Bretón^b, Esteban Fraile García^c, Montserrat Mendoza Villena^d, Javier E. Vicuña Martínez^e y Pedro J. Zorzano Santamaría^f

^a(Universidad de La Rioja, pedro.lara@unirioja.es), ^b(Universidad de La Rioja, javier.breton@unirioja.es), ^c(Universidad de la Rioja, esteban.fraile@unirioja.es), ^d(Universidad de la Rioja, montserrat.mendoza@unirioja.es), ^e(Universidad de la Rioja, javier.vicuna@unirioja.es) y ^f(Universidad de la Rioja, pedrojose.zorzano@unirioja.es).

Abstract

This article shows the evolution of the External Practices and Employability Days. It is a very useful tool to enhance the University-Enterprise relationship and its format has been improved to give greater visibility to both Companies and University and streamline the activity. In the latest edition, in order to increase the number of participating companies, it has been chosen to present their offer through a web page, where they can also document their offer with videos.

Keywords: employability, company internships, University-Enterprise relationship.

Resumen

El presente artículo muestra la evolución de las Jornadas de Prácticas Externas y Empleabilidad. Se trata de una herramienta muy útil para potenciar la relación Universidad-Empresa y cuyo formato ha evolucionado para poder dar mayor visibilidad tanto a empresas como a la Universidad y agilizar la actividad. En la última edición, para incrementar el número de empresas participantes, se ha optado por presentarlas a través de una página web, donde pueden documentar su oferta también con videos.

Palabras clave: empleabilidad, prácticas en empresa, relación Universidad Empresa.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La importancia del papel que juegan las empresas dentro del Espacio de Enseñanza Superior Europeo es incuestionable. Basta con analizar las guías para la confección de los Autoinformes para renovar la acreditación de los Grados y Masters Universitarios [ANECA 2022], y puede comprobarse que las empresas juegan un papel relevante tanto en el apartado 3 del criterio 5 (dimensión 2) como en los apartados 2 y 3 del criterio 7 (dimensión 3).

A su vez, las empresas se encuentran inmersas en un proceso de captación de talento de estudiantes universitarios [Sala, I. 2015].

Se trata de una necesidad mutua de interacción entre Universidad y empresa que se puede plasmar [Fundación CYD 2023] en varios campos que pueden abarcar desde la transferencia de conocimiento hasta la formación específica, como los másteres y programas de formación e investigación promovidos por empresas, pasando por múltiples modelos como: prácticas en empresa por parte del alumnado, realización de TFGs (Trabajos Fin de Grado) y TFM (Trabajos Fin de Master) desarrollados en el ámbito empresarial, formación dual en grados y/o masters universitarios.

La transferencia del conocimiento, habitualmente, se regula desde las propias leyes orgánicas del sistema universitario; actualmente los artículos 60 a 64 de la LOSU [LOSU 2023].

Puede implicar desde la realización de un trabajo altamente cualificado que, por su especificidad, la empresa no cuenta con recursos humanos y/o materiales para realizarlo, hasta la solicitud y desarrollo de proyectos de investigación en los que tanto Empresa como Universidad tienen un interés común. Habitualmente, el convenio que da cobertura a este tipo de colaboraciones suele surgir de los contactos entre los grupos de trabajo de la Universidad y el personal de las empresas, o a partir de la publicitación de los servicios ofertados desde la Universidad y sus Fundaciones. De cualquier forma, es claro que tanto la empresa que recibe el servicio, como el grupo de trabajo de la Universidad, obtienen un beneficio por la ejecución del trabajo.

Cuando se imparte, desde la Universidad, formación promovida por empresas también es claro que la empresa recibe una formación a medida, a la vez que la Universidad puede permitirse una financiación “extra” que ayude a sufragar costes de plantilla, materiales, infraestructuras, etc.

En la formación dual, o en su defecto la mención dual, la empresa puede cumplir varias expectativas; contribuyendo a la formación del alumno entre un 20 y 40%, en el caso de la mención en grados universitarios [RD 822/2021 2021]. A la vez que es un formato de captura de talento, donde la empresa evalúa tanto las competencias técnicas de los estudiantes como las habilidades blandas (conocidas soft skills), la empresa puede “moldear” al futuro egresado, de modo que una posterior integración del estudiante dentro de la plantilla de la empresa de resultados inmediatos. A su vez, la Universidad puede garantizar que la formación se desarrolla dentro de un contexto práctico de aplicabilidad incuestionable y obtener tasas de empleabilidad de sus egresados cercanas al 100%.

Las prácticas en empresa y realización de TFGs y TFMs en ámbito industrial pueden suponer una alternativa y/o complemento a la formación dual; sin necesidad de modificar las memorias académicas, y con un grado de flexibilidad mucho mayor, dado que los contenidos formativos desarrollados en el ámbito empresarial se pueden definir prácticamente a medida el contexto temporal y necesidades de cada empresa.

Desde la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII) de la Universidad de La Rioja (UR) se intentan potenciar las relaciones entre Universidad y empresas mediante varias acciones. Dentro de estas, las Jornadas de Prácticas Externas y Empleabilidad [INGENIA 2024] se han mostrado como una vía muy efectiva para potenciar contactos con el tejido empresarial susceptible de colaborar en la formación de los estudiantes de los grados en ingeniería de la rama industrial. Como efectos colaterales a esta actividad se están reforzando y/o incrementando los convenios de colaboración de las empresas con la Universidad, plasmados, entre otras acciones, en donaciones de material y becas formativas relacionadas con los estudios de la ETSII; que las propias empresas publicitan dentro de sus webs corporativas [INGETEAM 2024].

Este artículo tiene como objetivo principal presentar la evolución de las Jornadas de Prácticas Externas y Empleabilidad que se desarrollan en la ETSII de la UR, desde los orígenes de las mismas y las modificaciones realizadas para intentar mejorar los resultados y la organización/formato.

A su vez, los objetivos fundamentales que se buscan con las Jornadas son potenciar la relación Universidad-Empresa, incrementar el número de estudiantes que realicen prácticas extracurriculares y/o su TFG o TFM dentro de un entorno industrial, incrementar la bolsa de empresas que se implique en la formación de estudiantes dentro de su entorno industrial, incrementar el número de convenios con empresas que oferten alicientes extras a la participación de los alumnos (como becas, materiales, etc.) y mejorar el grado de satisfacción que presentan todos los agentes implicados en los distintos formatos de colaboración entre Universidad y empresa

METODOLOGIA

La descripción de la metodología seguida en la organización de las Jornadas de Prácticas Externas y Empleabilidad que se desarrollan en la ETSII de la UR se va a desarrollar en base a un resumen de la evolución del formato de las Jornadas desde su origen.

Desde la etapa inicial, el contacto Universidad Empresa seguido por la ETSII se centraba dentro INGENIA, una de las actividades culturales de extensión universitaria de la UR. Dentro de la citada actividad se desarrollaba un ciclo de conferencias formativas, cuyos ponentes eran técnicos que desarrollaban su labor profesional dentro de la empresa. Dichas charlas se seleccionaban de modo que pudiesen aportar experiencia práctica dentro de la formación de los estudiantes de alguno de los grados impartidos en la ETSII.

En base a estas participaciones se observó que, transcurridas algunas ediciones, los ponentes, dentro de la introducción donde presentaban a sus empresas empezaban a reservar un espacio para ofertar la realización de prácticas en su empresa. Este hecho llevó a que, dentro de las actividades de las ediciones posteriores de INGENIA, se organizase una especialmente enfocada a potenciar la empleabilidad y la generación de contactos que fructificasen en convenios de prácticas en empresa.

En esta actividad se invitaba a 4 empresas de las empresas más significativas dentro de las entidades colaboradoras en la realización de prácticas externas; tanto curriculares como extracurriculares. Dichas empresas presentaban, durante aproximadamente 30 minutos cada una, sus ofertas de colaboración en la realización de prácticas y TFGs; a la vez que también exponían que era lo que más valoraban dentro de los alumnos que presentaban sus currículos a las mismas. Al final de las presentaciones se establecía una mesa redonda donde los alumnos podían plantear sus cuestiones a las empresas. Normalmente, al finalizar la actividad, algunos alumnos entregaban en mano su currículum y otros solicitaban un contacto para hacerlo más adelante.

Tras realizar varias ediciones en este formato, la realimentación de las personas de contacto con las empresas, hizo notar que podría mejorar la actividad facilitando espacios para establecer una posterior interacción más específica y fructífera entre las empresas y los estudiantes.

Así pues, se planteó una nueva evolución del formato de actividad, que desarrolló durante el curso 2022-23. En esta ocasión se introdujeron dos novedades destacables. En primer lugar, además de la exposición de las empresas, se dio voz a los servicios de empleabilidad y prácticas externas de la Universidad; de modo que tanto alumnos como empresas fueran capaces de conocer todos los formatos de colaboración posibles, así como los últimos cambios normativos a los que obligaban los reales decretos recientemente publicados. De otro lado, posteriormente a las exposiciones, se repartió a las empresas en diferentes espacios del Edificio de la ETSII para que se pudiesen establecer los primeros diálogos entre la empresa y los alumnos predispuestos a establecer colaboraciones con ellas.

El análisis posterior a la actividad, dejó patente que su mayor debilidad radicaba en el número de empresas que se podía invitar a la participación. Si participaban muchas empresas, la parte de exposiciones de empresas y Universidad se alargaba en exceso, no dando tiempo a la posterior interacción.

Para eliminar, o al menos minimizar, esta debilidad en la edición 2023-24 se planteó una nueva modificación de formato que permitiese ampliar el número de empresas participantes. En esta ocasión, se pensó en reemplazar las presentaciones de las empresas por videos y documentaciones pdf realizados por las mismas. Se generó una página web donde globalizar todos los videos y documentos pdf, además del programa y la información de la propia Universidad. La página se puso a disposición de los alumnos, y se anunció a los mismos, con la antelación suficiente a la realización de la jornada para que los estudiantes pudiesen visualizar

la información y decidir con que empresas querían interactuar. El día de la jornada se realizó la exposición de los servicios de empleabilidad y de prácticas de la Universidad y, posteriormente se redirigieron las empresas a los espacios facilitados en la Escuela para establecer los contactos con los estudiantes.

Algunas de las empresas que solamente aportaron documentos pdf, y no facilitaron sus videos en los plazos, al ver la información de videos proporcionada por del resto de participantes, enviaron el video posteriormente para que se diese acceso al mismo desde la página web de la jornada.

RESULTADOS

Como resultado de las Jornadas de Prácticas Externas y Empleabilidad, se ha conseguido que los alumnos tengan un mejor conocimiento de las posibilidades de participar en programas de prácticas en empresa y de realización de TFGs en un entorno empresarial.

Los cambios de formato han permitido incrementar el número de empresas participantes (el formato de la edición 2023-24 ha supuesto multiplicar por 3 el número de participantes con respecto de la edición anterior) y el interés de los alumnos por participar en los programas de colaboración.

Dentro de los videos facilitados por las empresas, algunas empresas, en lugar de facilitar los enlaces a las presentaciones institucionales de sus corporaciones, apostaron por la realización de videos específicos para la jornada resaltando sus ventajas e intentando ser más atractivas.

El formato de información abierta permite a las empresas ser conscientes del grado de competitividad de sus ofertas.

Otro aspecto positivo que se alcanza con la realización de las jornadas es que, mediante la información aportada por las empresas, los estudiantes obtienen una idea más clara de a que se dedican las empresas que ofertan prácticas y de las tareas que tendrán que realizar dentro de las mismas.

Las empresas colaboradoras que ofertan becas y otro tipo ventajas formativas las hacen patentes dentro de sus videos y documentación. Esto sirve para alentar a otras empresas a evaluar la necesidad de introducir nuevos alicientes para ser más competitivas en la captura de talento universitario.

Otro de los resultados que podemos asociar a la acción, es que, en los últimos cursos, se han incrementado el número de convenios con empresas que implican becas, y otras características especialmente atractivas para los alumnos; a pesar que las nuevas legislaciones implican la obligatoriedad de remunerar las prácticas extracurriculares.

Fruto de ello, también se ha incrementado el porcentaje de alumnos que cursa prácticas extracurriculares. Las prácticas extracurriculares, por su mayor duración, son el formato preferido por las empresas y, cada vez en más ocasiones, se prolongan con la realización de un TFG en la empresa, relacionado con una extensión de la temática de las prácticas.

El formato de las jornadas facilita a las empresas acercarse a los estudiantes y poder contactar con una bolsa de potenciales candidatos interesados en su empresa mucho más amplia que si no se participa en las jornadas, por lo que es más factible poder identificar y captar talento afín.

En colación a las prácticas extracurriculares, se ha observado que cuando se cursan coincidiendo con los periodos lectivos, pueden interferir con la asistencia a clase de los estudiantes. Para evitarlo, debe recordarse a las empresas que, a diferencia de las prácticas curriculares, la no existencia de un vacío de clases presenciales en aula implica que se debe dotar de flexibilidad de horarios para que los estudiantes puedan asistir, al menos, a las actividades no recuperables que se plantean en las asignaturas que simultanean con su

estancia en la empresa.

La realimentación, en las conversaciones con los representantes de las empresas y estudiantes, denotan un incremento en el grado de satisfacción de todos los implicados en la actividad.

En algunos casos, después de la realización de un primer periodo de prácticas extracurriculares, las empresas realizan contratos laborales con los estudiantes, antes de haber finalizado sus estudios, para intentar retener dentro de su organización lo que ellas consideran casos de talento confirmado.

CONCLUSIONES

Las Jornadas de Prácticas Externas y Empleabilidad son una herramienta útil para la integración y formación de los estudiantes en el entorno de las empresas. Esta actividad es beneficiosa tanto para la universidad, y dentro de ella especialmente para los estudiantes, como para la propia empresa.

El formato de presentaciones en video permite incrementar el volumen de empresas participantes en la actividad.

Es importante facilitar espacios donde puedan establecerse conversaciones entre estudiantes y empresas. Los contactos que se establecen en la propia jornada aumentan la probabilidad de llegar a entendimientos que se traduzcan en realización de prácticas y TFGs en un entorno empresarial.

Las empresas son partidarias de formatos de interacción lo más extensos posibles, por lo que habitualmente están interesados en la realización de prácticas extracurriculares.

Las empresas que ofertan becas, u otros alicientes extras, tienen mayor éxito en el establecimiento de contactos con los estudiantes

Mediante el formato de la última edición de la actividad, los alumnos que acuden a las entrevistas con las empresas pueden realizar una elección mejor, en base a sus preferencias sobre el sector empresarial y labores a desarrollar. Y, por tanto, el grado de satisfacción tanto de empleadores como de los alumnos aumenta.

REFERENCIAS

ANECA (2022). Guía de acompañamiento de ANECA para Elaboración de informes de Autoevaluación del programa ACREDITA. https://www.aneca.es/documents/20123/67193/Gu%C3%ADa-ACREDITA_NIPO.pdf/ac96eea2-843f-2e38-24b0-2296f6e3e10a?t=1672839443568

Sala, I. (2015) LinkedIn. El Reclutamiento Universitario como Fuente de Talento. <https://es.linkedin.com/pulse/el-reclutamiento-universitario-como-fuente-de-talento-ivan-sala>

Fundación CYD (2023). Ejemplos de colaboración entre universidad y empresa: innovación y promoción del talento. <https://www.fundacioncyd.org/ejemplos-de-colaboracion-entre-universidad-y-empresa/>

LOSU (2023) Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo, del Sistema Universitario. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2023/BOE-A-2023-7500-consolidado.pdf>

RD 822/2021 (2021) Decreto 822/2021 de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/09/28/822/dof/spa/pdf>

INGENIA (2024) Ingeniería'24. Jornada ETSII-Empresas de prácticas externas y empleabilidad. <https://www.unirioja.es/actividades/ingenia24-jornada-etsii-empresas-de-practicas-externas-y-empleabilidad/>

INGETEAM (2024) Noticia de la donación de materiales y convenio con la UR en la sección corporativa de la página web de INGETEAM, S.A. https://www.ingeteam.com/SaladePrensa/Noticias/tabid/226/articleType/ArticleView/articleId/3535/Ingeteam-dona-tres-inversores-hibridos-a-la-Escuela-Tecnica-Superior-de-Ingenieria-Industrial-de-la-Universidad-de-La-Rioja.aspx?_gl=1*1mbupum*_up*MQ..*_ga*MTUyMzI4NzI0NC4xNzEyNTMxMDM5*_ga_1GVNP88GWM*MTcxMjUzMzAzOS4xLjAuMTcxMjUzMTExNS4wLjAuMA..

RFI O11 La Feria Tecnológica de la Comunidad Valenciana y su impacto en las enseñanzas tecnológicas

Vanesa Cuenca^a, José López Escribano^b, Alicia Herrero^c, Juan A. Monsoriu^a, Begoña Sáiz^d, Juan Ángel Sans^a

^aDepartamento de Física Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial, Universitat Politècnica de València, 46022, Valencia, vacuego@fis.upv.es, jmomsori@fis.upv.es, juasant2@upvnet.upv.es,

^bCentro de Formación, Innovación y Recursos Educativos para el profesorado, Conselleria de Educación, Universidades y Ocupación, Generalitat Valenciana, j.lopezescribano@edu.gva.es.

^c Departamento de Matemática Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial, Universitat Politècnica de València, 46022, Valencia, aherrero@mat.upv.es.

^dDepartamento de Ingeniería Gráfica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial, Universitat Politècnica de València, 46022, Valencia, bsaizma@ega.upv.es.

Abstract

This article describes the Technology Fair and its positive impact from the perspective of teachers and students of secondary education, high school and intermediate and higher-level cycles, as well as university teachers and students in the field of technological education. The primary goal of this activity is to promote and strengthen these technological subjects, as well as to encourage communication and the exchange of experiences through the implementation of technological projects.

Keywords: Technological Fair, positive impact, projects, technological teaching

Resumen

Este artículo describe la Feria Tecnológica y su impacto positivo desde la perspectiva del profesorado y estudiantado de educación secundaria, bachillerato y ciclos formativos de grado medio y superior, así como del profesorado y estudiantado universitario en el ámbito de las enseñanzas tecnológicas. Esta actividad tiene como objetivo principal promover y fortalecer estas enseñanzas tecnológicas, así como fomentar la comunicación y el intercambio de experiencias a través de la realización de proyectos tecnológicos.

Palabras clave: Feria tecnológica, impacto positivo, proyectos, enseñanzas tecnológicas

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La Feria Tecnológica surgió como una iniciativa del Centro de Formación, Innovación y Recursos Educativos para el profesorado, Ámbito Científico, Tecnológico y Matemático (CEFIRE-CTEM) de la Comunidad Valenciana con la colaboración de la Universitat Politècnica de València (UPV), la Asociación del Profesorado de Tecnología de la Comunidad de Valenciana (APTVCV) y la Asociación ByLinedu y Casio. El principal objetivo era potenciar las enseñanzas tecnológicas y científicas entre el estudiantado de educación secundaria, bachillerato y ciclos formativos y motivarlos en estas disciplinas. Además, esta iniciativa cumplía una doble funcionalidad, tanto del profesorado como del estudiantado desde dos puntos de vista:

- En el caso del preuniversitario, ya que se incentivan las enseñanzas técnicas de cara a elecciones posteriores en su currículo formativo.
- En el universitario puesto que la exposición de proyectos elaborados, bien en el marco de una asignatura o bien en el marco del programa de Generación Espontánea de la UPV (ver

referencia [3]), potencia el trabajo formativo del estudiantado y les permite obtener opiniones, sugerencias y comentarios al respecto.

En la primera edición, el año 2021, estudiantes de la actual Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial (ETSIADI) de la UPV presentaron sus proyectos de robótica al profesorado preuniversitario mediante la grabación de unos vídeos (ver referencias [5, 6]), debido a la situación de pandemia ocurrida, en los que los estudiantes universitarios explicaban su proyecto desde los objetivos perseguidos hasta la resolución final pasando por el desarrollo del mismo. Además, debían comentar razonadamente la vinculación existente entre su proyecto y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Tras la Feria, el profesorado podía hacer uso de este material grabado para mostrar en sus aulas las experiencias recogidas y conseguir así motivar a sus estudiantes hacia los estudios tecnológicos y hacia su asignatura en concreto. También, en esta primera edición, el alumnado preuniversitario participante tuvo la oportunidad de presentar sus propios proyectos desarrollados a lo largo del curso en asignaturas tecnológicas y compartir así con compañeros de otros centros sus experiencias en las aulas.

Este tipo de experiencias contribuyen notablemente al proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiantado, tanto universitario como preuniversitario, ya que la elaboración de un proyecto para su presentación entre pares permite la adquisición de conocimientos y competencias de una manera integral y favorecedora del proceso. Por este motivo, las instituciones promotoras de esta primera Feria Tecnológica no solo favorecieron la continuidad de la misma si no que se inició un nuevo proceso con la organización y celebración de la I Olimpiada Valenciana de Ingenierías Industriales y la I Olimpiada Nacional de Ingenierías Industriales, ambas en 2022, en conjunción con el resto de escuelas de Ingenierías del Ámbito Industrial en España, entre ellas la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII) de la UPV. Todo ello con la finalidad de incentivar los itinerarios formativos tecnológicos entre el estudiantado preuniversitario, estimular las profesiones CTEM en general y premiar el esfuerzo y la excelencia académica (ver referencia [2]).

En este trabajo presentamos como se lleva a cabo esta actividad que fomenta la participación de centros de toda la Comunidad Valenciana en los diferentes niveles de educación secundaria, bachillerato y ciclos formativos. En ellas se trata de realizar una evaluación de los proyectos que tenga en cuenta tanto la fase de preparación del mismo como el resultado final, el trabajo en equipo y la capacidad de integración de conocimientos adquiridos por el estudiantado participante durante el proceso. El objetivo general del artículo es por tanto evidenciar la gran acogida que este tipo de acciones tiene entre el estudiantado y el profesorado, así como el beneficio que se obtiene de ellas en el marco de la formación de los participantes y de todos aquellos asistentes a las jornadas presenciales abiertas al público en general.

METODOLOGÍA

En primer término y teniendo en cuenta que la Feria Tecnológica se articula en torno a un curso de formación del profesorado de las enseñanzas científicas, tecnológicas y matemáticas con la intención de potenciar el intercambio de información entre los participantes, la participación en la misma estaba dirigida al profesorado de Enseñanza Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional de la Comunidad Valenciana. El profesorado debía presentar proyectos realizados con su alumnado en cualquier tipo de tecnología, abarcando así diferentes áreas y disciplinas como: robótica, electrónica digital o analógica, mecánica, neumática, ... Además, podían participar varios equipos de un mismo centro, siempre que los proyectos fuesen completamente diferentes (ver referencia [1]).

Dado el carácter formativo de la actividad, se pusieron a disposición de los posibles participantes los vídeos y memorias de ediciones anteriores en un espacio virtual en el que se podía interactuar y resolver dudas durante el proceso de generación del propio proyecto. De este modo y para facilitar e incentivar la participación, se realizó una sesión online síncrona para explicar el desarrollo de la Feria y poner a disposición de los interesados el material disponible. El uso de estos recursos digitales y plataformas en línea pretendía facilitar la comunicación y el

intercambio de experiencias antes, durante y después del evento.

Una vez iniciada la Feria, comenzó el trabajo del profesorado preuniversitario participante con la formación de sus grupos de estudiantes, la preparación del proyecto, su realización y la elaboración de un vídeo y una memoria del mismo para presentarlos a concurso. Tras esta entrega, los videos y memorias presentados estuvieron disponibles para todos los participantes, que podían visionar el resto de proyectos, hacer preguntas, compartir ideas, etc.

Con toda esta información, desde el CEFIRE-CTEM se realizó una selección de los proyectos que serían presentados a exposición pública en sesión presencial llevada a cabo en la ETSIADI-UPV en la que el equipo de estudiantes que realizaron el proyecto junto con su profesor tutor tenían que defender su proyecto ante un jurado formado por personal del CEFIRE-CTEM, profesorado universitario de la UPV, representantes profesionales del Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos Industriales (COGITI) de Valencia y Asociación del Profesorado de Tecnología de la Comunidad de Valenciana (APTVCV). El jurado tenía que valorar cada uno de los proyectos puntuando de 0 a 10 cada uno de los siguientes apartados:

- Originalidad (0 = Nada Original, 10 = Muy Original)
- Funcionamiento (0 = No Funciona, 10 = Funciona perfectamente)
- Acabados (0 = Malos, 10 = Excelentes)
- Defensa y explicación del proyecto (0 = Deficiente, 10 = Excelente)

En la Figura 1 podemos ver una imagen de la celebración de esta jornada de exposición pública y del jurado evaluando uno de los proyectos presentados.



Figura 1. Acto de exposición pública de los proyectos y pase del jurado para evaluar uno de los proyectos.

ETSIADI

La puntuación obtenida en cada uno de estos apartados junto con la correspondiente a la visualización de los videos entregados con anterioridad, determinaba al ganador y cuatro finalistas en cada una de las categorías de la Feria:

- Proyectos de 1º y 2º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO)
- Proyectos de 3º y 4º de ESO (Categoría A*)
- Proyectos de 1º y 2º de Bachillerato (Categoría B*)
- Proyectos de Ciclos Formativos de grado medio, Formación personas adultas
- Proyectos de Ciclos Formativos de grado superior (Categoría C*)

*Modalidades contempladas en la Olimpiada Valenciana de Ingenierías Industriales.

El profesor tutor y cada uno de los miembros de los equipos ganadores y finalistas recibían un diploma acreditativo al final de la jornada.

La exposición pública estaba abierta a toda la comunidad educativa preuniversitaria, tanto si participaban en la Feria como si no, y universitaria. Durante toda la mañana los estudiantes universitarios podían disfrutar de las ideas presentadas. Además, siguiendo el espíritu de la primera edición, en la Feria también se exponían los proyectos desarrollados por estudiantes universitarios dentro del programa de Generación Espontánea de la UPV. Con ello se pretende

motivar al estudiantado preuniversitario mostrándoles todo lo que pueden desarrollar en su futuro como estudiantes de enseñanzas tecnológicas. El ambiente en el que se realiza la jornada propicia el intercambio de información y conocimientos entre profesorado y/o estudiantado de los diferentes niveles educativos.

RESULTADOS

El número de participantes en la Feria Tecnológica ha ido aumentando considerablemente desde sus inicios pasando de 58 equipos participantes en 2023 a 70 en esta última edición de 2024, produciéndose un aumento notable en la categoría de 3º y 4º de ESO. Si bien es cierto que las categorías inferiores de secundaria y de ciclos formativos tienen una participación más baja que el resto de categorías, como podemos observar en la Tabla 1. De hecho, en 2023 participaron 4 equipos de la categoría de 1º y 2º de ESO frente a los 25 de la categoría de 3º y 4º de ESO y algo similar ocurrió en la última edición.

Tabla 1. Número de equipos participantes según categoría.

Categoría	2022	2023	2024
1º y 2º ESO	0	4	1
3º y 4º ESO	15	25	40
1º y 2º Bachillerato	13	17	21
C. F. grado Medio	1	1	1
C. F. grado Superior	2	2	7
TOTAL	31	48	70

En cuanto a la diversidad de proyectos tecnológicos presentados por los participantes podemos decir que era muy amplia y variada y dependía de los intereses y habilidades de los participantes. Así, se presentaron proyectos como, por ejemplo: una “mano robótica”, un “puente levadizo automatizado con Arduino”, un “sistema hidráulico robotizado”, un “seguidor solar orientado mediante sensores”, un “robot que mapea automáticamente habitaciones e interiores”, un “dispensador de agua para mascotas”, un “vehículo clasificador de frutas mediante visión artificial”, entre otros. En la Figura 2 podemos ver algunas imágenes de los proyectos llevados a cabo por los participantes.

Por otro lado, en la Figura 3 podemos ver los prototipos presentados por grupos de Generación Espontánea de la UPV como el UAS (vehículo aéreo no tripulado) diseñado por el equipo Aerodesign para su aplicación en tareas de rescate, reconocimiento y combate contra incendios; o el coche de Fórmula 1 diseñado y construido por el grupo Fórmula Student; o el cubesat que está elaborando el grupo Plutón para presentarse a un concurso estudiantil de la ESA, y otros más que resultaron de gran interés para los estudiantes preuniversitarios y que los integrantes de los equipos debían mostrar, explicar y defender ante los estudiantes y el profesorado asistente.



Figura 2. Ejemplos de diferentes proyectos presentados durante la Feria Tecnológica de 2024 en la ETSIADI.

Con esta actividad los estudiantes universitarios trabajan de manera activa las competencias transversales relacionadas con el compromiso social, la innovación y la creatividad, el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y la responsabilidad (ver referencia [4]), lo cual revierte muy positivamente en su formación.



Figura 3. Proyectos presentados por grupos de Generación Espontánea de la UPV en la ETSIADI.

En resumen, podemos decir que la Feria Tecnológica ha experimentado un crecimiento en términos de participación y ha sido un espacio donde se han presentado una amplia variedad de proyectos tecnológicos, tanto por los participantes preuniversitarios como por los grupos de Generación Espontánea de la UPV, brindando una oportunidad para el intercambio de conocimientos y experiencias entre el estudiantado y el profesorado asistente.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado la Feria Tecnológica, una iniciativa enfocada

principalmente en la promoción de las enseñanzas científicas, tecnológicas y matemáticas entre el estudiantado preuniversitario y en el fomento del intercambio de información entre el profesorado de esta área de conocimiento, clave para el desarrollo social, humano y sostenible.

Se considera eficiente la organización de la misma, que consta de varias etapas, siendo la primera un conjunto de sesiones online síncronas y en un aula virtual en la que se proporcionaron recursos digitales para facilitar la comunicación, la interacción y el intercambio de experiencias entre los participantes. Permitiendo la colaboración y la resolución de dudas durante el proceso de generación de los proyectos, así como visualizar los vídeos y memorias del resto de equipos. Finalmente, se llevó a cabo la exposición presencial en la ETSIADI-UPV, en la que los equipos seleccionados presentan y defienden sus proyectos. A los que finalmente se lleva cabo una evaluación para determinar los ganadores y finalistas en cada categoría de la Feria, reconociendo el trabajo y el esfuerzo de los profesores tutores y los estudiantes participantes.

En esa misma sesión presencial, grupos de estudiantes universitarios presentan también sus proyectos ante los asistentes con la intención de motivar a los estudiantes participantes en la Feria y potenciando así diferentes competencias transversales que estos estudiantes deben desarrollar durante su etapa universitaria.

En resumen, la Feria Tecnológica es un punto de encuentro necesario, para poner en valor el importante trabajo que el profesorado hace en torno a la tecnología, que reafirma su necesidad de formación continua, y estimular el interés de su alumnado hacia los estudios científicos tecnológicos y matemáticos con la exposición y defensa de sus proyectos desarrollados. Siempre desde una perspectiva colaborativa y de diálogo entre las distintas etapas formativas.

REFERENCIAS

[1] Bases de la Fira Tecnològica: <https://portal.edu.gva.es/cefireambitctm/es/2023/12/11/feria-tecnologica-2024/>

[2] Bases reguladoras de la Olimpiada Valenciana de Ingenierías Industriales: <https://www.etsid.upv.es/wp-content/uploads/2023/Olimpiadas%2023/Olimpiada%20Valenciana%20Industrial%202024.pdf>

[3] Generación Espontánea de la Universitat Politècnica de València: <https://generacionespontanea.upv.es>

[4] Ordenación e integración de las competencias transversales en la Universitat Politècnica de València, <https://www.upv.es/entidades/vecal/wp-content/uploads/2022/10/Ordenacion-e-integracion-de-las-CT-en-las-titulaciones-oficiales-Consejo-Gobierno-21-07-22.pdf>

[5] Presentaciones de los proyectos de la Feria Tecnológica 2021:

iPET- Robot Hexápodo: <https://www.youtube.com/watch?v=NLUTjQWHIw4> ;

Robot WALL-A: <https://www.youtube.com/watch?v=YF23IbcF0b4>

Hovercraft con Arduino: <https://www.youtube.com/watch?v=4abVTGWhInU>

Robot Autobalanceado Controlado por Reconocimiento de Gestos:

<https://www.youtube.com/watch?v=BuEEkke9Fv4>

Aeromoog32: <https://www.youtube.com/watch?v=ZwE1TPgVIJU>

Robot meArm: <https://www.youtube.com/watch?v=gJAW1WUrJAQ>

[6] Resumen de los proyectos de estudiantes de la ETSIADI para la Feria Tecnológica en 2021:

https://www.youtube.com/watch?v=KMc8_IWbpcY

RFI O12 Modelo onboarding para la atracción y retención del talento en Ingeniería. Programa Desayuna Ingeniería

Dorotea Dimitrova Angelova^a, Diego Carmona Fernández^b, José Sánchez-González^c, Francisco Quintana Gragera^d y Juan Félix González González^e

Universidad de Extremadura, Escuela de Ingenierías Industriales, Avda de Elvas s/n, 06006 Badajoz.

ddimitrova@unex.es, bdcarmona@unex.es, jsjg@unex.es, dquintana@unex.es y efelixgg@unex.es

Abstract

This paper describes the actions carried out by the School of Industrial Engineering of Badajoz (EII) to promote STEAM degrees at pre-university levels, as well as to attract and retain talent in the EII. All these actions are part of the School Access Plan (PAE). And as an example of the success of the plan, the methodology and results of the Desayuna Ingeniería activity are shown, in which 832 students from pre-university levels have participated from January to May 2024.

Keywords: STEAM professions, pre-university students, engineering diffusion, talent attraction.

Resumen

En este trabajo se describen las acciones que lleva a cabo la Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz (EII) para promover las titulaciones STEAM a niveles preuniversitarios, así como para la atracción y retención de talento en la EII. Todas estas acciones se encuentran dentro del Plan de Acceso a la Escuela (PAE). Y como ejemplo del éxito del plan, se muestra la metodología y los resultados de la actividad Desayuna Ingeniería en la que han participado 832 estudiantes de niveles preuniversitarios desde enero a mayo de 2024.

Palabras clave: Profesiones STEAM, estudiantes preuniversitarios, difusión de ingeniería, atracción de talento.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En la Escuela de Ingenierías Industriales se llevan a cabo actividades de atracción y retención de talento dentro del Plan de Orientación Integral al estudiante (POI) que abarca el Plan de Acceso a la Escuela (PAE). Con este plan se pretende que el alumno pueda recibir atención antes (ámbito preuniversitario), durante (ámbito universitario) y después de sus estudios universitarios (ámbito egresado) (Gnecco et al., 2024). Su objetivo es promover las titulaciones STEAM (Luis Canito Lobo et al., 2023; Toma & García-Carmona, 2021) y atraer talento, con actividades como Desayuna Ingeniería y las Olimpiadas de Ingeniería. Además, el PAE colabora con el Sección de Información y Atención al Alumnado (SIAA) y otras actividades de difusión de la UEx.

Como resultado de las actividades llevadas a cabo en el PAE en las que han participado más de 1000 estudiantes desde enero hasta principio de mayo de 2024, se destaca la actividad Desayuna Ingeniería en la que han participado 832 estudiantes de niveles preuniversitarios en dicho periodo de tiempo.

METODOLOGÍA

La metodología seguida para llevar a cabo la actividad de Desayuna Ingeniería en la que colaboran 23 profesores, 20 alumnos de la EII, 17 PCI (Personal Científico Investigador) y 3 PAS

(Personal de Administración y Servicio) se puede ver en la página web <https://n9.cl/g85ez> (ver Fig. 1). Además, en dicha página actualmente se está implementando el diagrama de planificación y gestión de cada actividad dentro del POI.

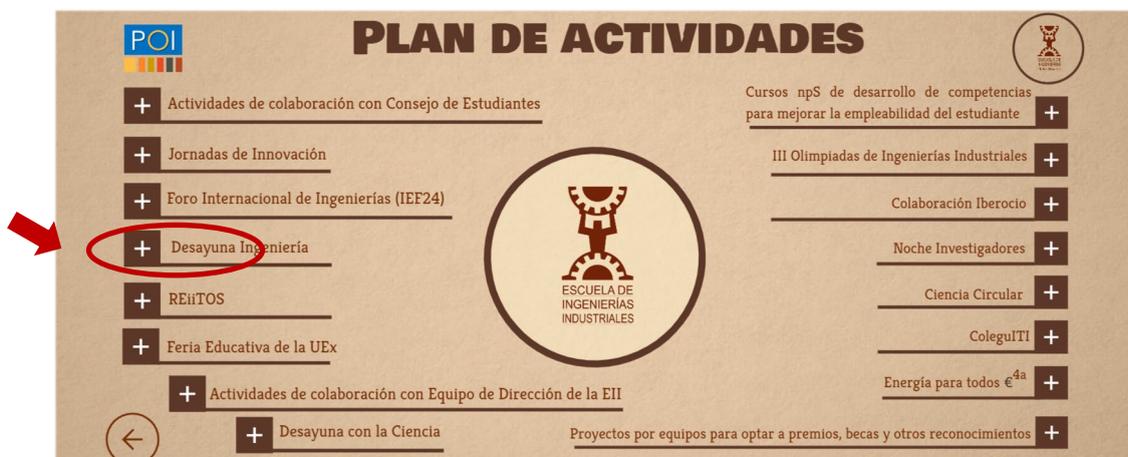


Fig. 1. Esquema de todas las actividades dentro del Plan de Orientación Integral al estudiante (POI) de la EII.

Una vez dentro de Desayuna Ingeniería se puede acceder al dossier con la información de la actividad, al esquema de funcionamiento del programa y a la información de cómo puede participar el colectivo de la EII en la actividad. La difusión se puede realizar tanto por el personal de la EII ya sea por iniciativa propia, en la Feria Educativa de la UEx o por personas externas al centro (ver Fig. 2).



Fig. 2. Difusión de información de la actividad Desayuna Ingeniería.

El profesor/a de cualquier centro de nivel preuniversitario interesado en participar en el programa debe rellenar el formulario de solicitud (ver Fig. 3).

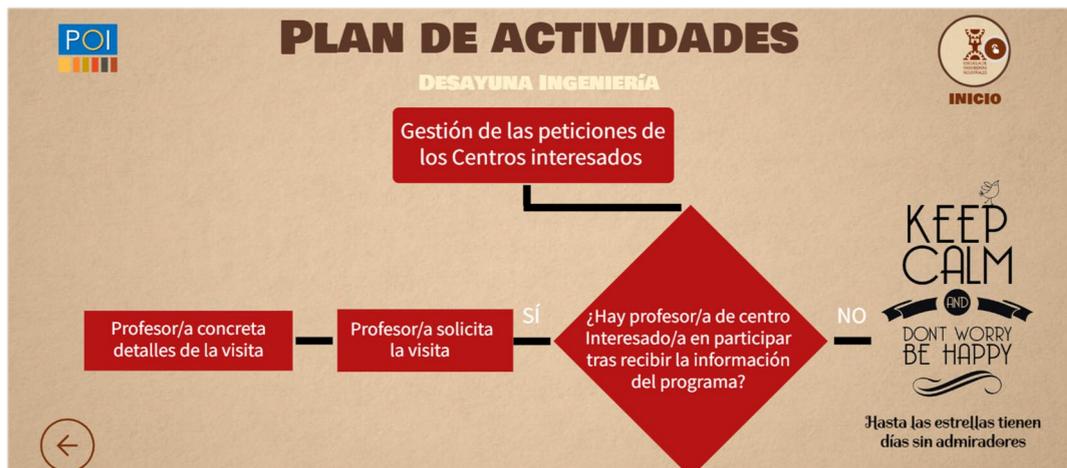


Fig. 3. Gestión de peticiones de la actividad Desayuna Ingeniería.

Finalmente, se lleva a cabo la gestión de la visita (ver Fig. 4).



Fig. 4. Gestión de la visita de la actividad Desayuna Ingeniería.

Los talleres los realizan por profesores, alumnos de la EII y equipo profesor alumno de la EII (Fig. 5).



Fig. 5. Participación en la actividad Desayuna Ingeniería.

ACTIVIDAD DESAYUNA INGENIERÍA

La actividad "Desayuna Ingeniería" busca promover las profesiones STEAM para satisfacer las demandas del nuevo contexto que incluye proyectos energéticos y sostenibles (Fundación Caja de Ingenieros, 2022). A cada centro educativo que participa se le ofrece primero un desayuno saludable. Acto seguido de una conferencia sobre ingeniería y los grados que se imparten en la EII, así como de sus salidas profesionales. Después los estudiantes participan en talleres planificados para tener un contacto con la ingeniería de una forma lúdica y rigurosa.

RESULTADOS

El cuestionario de evaluación permite analizar si la actividad contribuye a la difusión de la ingeniería y a la mejora de la reputación de la EII (ver Fig. 6).

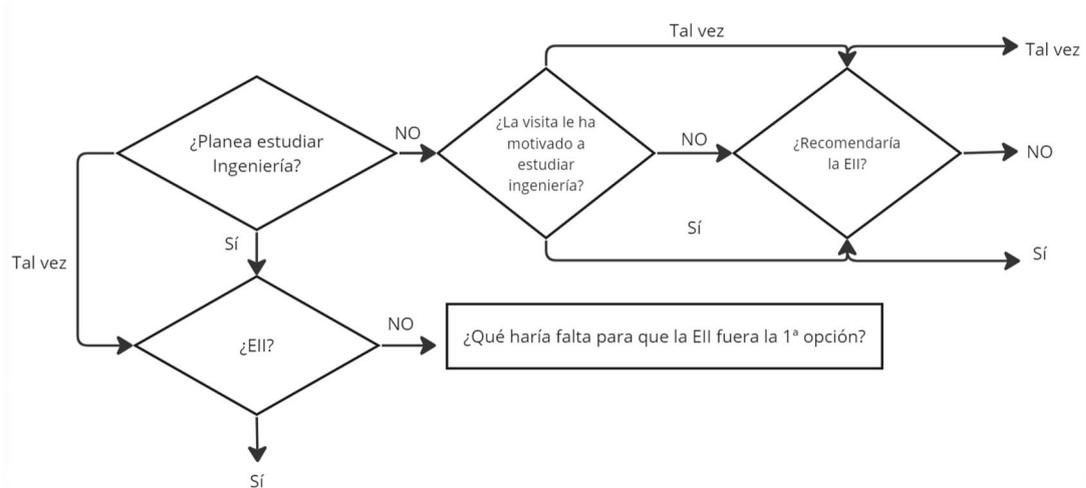


Fig. 6. Esquema del análisis de evaluación de la actividad Desayuna Ingeniería al terminar la jornada.

De las respuestas de evaluación de los alumnos (ver Fig. 7) que han participado en la actividad se ha obtenido que prácticamente un tercio de los estudiantes (35,92 %) tienen claro que quieren estudiar ingeniería (4,9 %, 29,0 % y un 2,0 % representan el género femenino, masculino y otro, respectivamente, del total de respuestas). Casi un cuarto no se plantea estudiar ingeniería (23,27 %) de los cuales el 13,9 %, el 9,0 % y el 0,4 % se corresponden con género femenino, masculino y otro, respectivamente, del total de respuestas. Y un poco menos de la mitad tal vez estudiaría ingeniería (40,82 %) donde el género femenino representa el 10,6 %, el masculino el 29,8 % y el otro un 0,4 % del total de respuestas.

¿Estudiar ingeniería está entre sus planes de futuro?

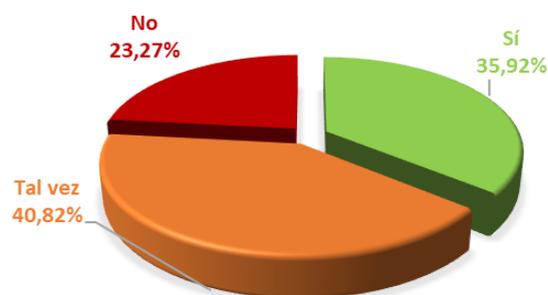


Fig. 7. Evaluación del % de estudiantes que participan en Desayuna Ingeniería y que quieren estudiar ingeniería.

Las respuestas se han dividido en dos grupos, de forma que cada grupo se analiza por

separando:

- Estudiantes que planean y estudiantes que dudan estudiar ingeniería.
De los que tienen claro que estudiarían ingeniería un 43,78 % lo quieren hacer en la EII, dentro de este grupo de estudiantes un 5,9 % se corresponde al género femenino, un 36,2 % al género masculino y un 1,6 % a otro género.
Un 42,16 % tal vez lo haría en la EII (10,3 % femenino, 30,8 % masculino y un 1,1 % de otro género) y un 14,05 % afirma que no lo haría en la EII (3,2 % femenino, 10,3 % masculino y 0,5 % de otro género). El motivo más común de porque no lo harían en la EII indicado en el cuestionario es la falta de otros grados de ingeniería.
- Estudiantes que no planean estudiar ingeniería.
A este grupo de estudiantes se les ha preguntado si la actividad les ha motivado a planteárselo y si recomendarían la EII. A dicha pregunta casi una sexta parte (18,64 %) ha respondido que sí les ha motivado (6,8 % femenino, 10,2 % masculino y un 1,7 % de otro género), prácticamente la mitad (46,46 %) ha respondido que tal vez (30,5 % femenino, 16,9 % masculino y un 0,0 % de otro género) y un tercio (33,9 %) ha respondido que no (22,0 % femenino, 11,9 % masculino y un 0,0 % de otro género).
En cuanto a si recomendarían la EII, prácticamente todos (80,70 %) han respondido que sí (45,6 % femenino, 35,1 % masculino y un 0,0 % de otro género), una séptima parte (15,79 %) ha respondido que tal vez (12,3 % femenino, 3,5 % masculino y un 0,0 % de otro género), y un 3,51 % ha respondido que no (1,8 % femenino, 0,0 % masculino y un 1,8 % de otro género).

CONCLUSIONES

De los estudiantes que han participado en la actividad Desayuna Ingeniería, que planean y dudan de si estudiar ingeniería, se puede decir que prácticamente la mitad lo quiere hacer en la EII. Para los estudiantes que no tienen planeado estudiar ingeniería, pero participan en la actividad se puede decir que la actividad ha contribuido para que casi dos tercios de este grupo quiera y se plantee estudiar ingeniería, así como prácticamente la totalidad de este grupo recomendaría la EII para estudiar ingeniería a la sociedad. Por lo tanto, la actividad Desayuna Ingeniería ayuda a orientar a los alumnos con dudas de si estudiar ingeniería y contribuye a que los que tienen claro que quieren estudiar ingeniería lo hagan en la EII. Y, además, dicha actividad contribuye a la buena reputación de la EII.

REFERENCIAS

Fundación Caja de Ingenieros. (2022). Observatorio de la Ingeniería de España 2022. <https://www.industriaconectada40.gob.es/difusion/noticias/Paginas/publicado-primer-estudio-observatorio-ingenieria-espana-2022.aspx>

Gnecco, G., Landi, S., & Riccaboni, M. (2024). The emergence of social soft skill needs in the post COVID-19 era. *Quality and Quantity*, 58(1), 647–680. <https://doi.org/10.1007/s11135-023-01659-y>

Luis Canito Lobo, J., Carmona Fernández, D., Carlos Marcos Romero, A., & Pablo Carrasco Amador Francisco Quintana Gragera Dorotea, J. (2023). Vocaciones STEAM: una experiencia exitosa y una propuesta de continuidad. www.DeepL.com/Translator

Toma, R. B., & García-Carmona, A. (2021). «Of STEM we like everything but STEM». A critical analysis of a buzzing educational trend. *Enseñanza de Las Ciencias*, 39(1), 65–80. <https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.3093>

RFI O13 Medición de la brecha del aporte del conocimiento de egresados de cuatro programas de estudios empresariales en sus economías familiares

Felipe Yony Gomez-Caceres – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Administrador – Magister en Ciencias – Dr. en Educación - fgomezc@unjbg.edu.pe <https://orcid.org/0000-0002-1232-3267>

Augusto Cahuapaza-Morales – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Contador – Magister en Gestión Pública – Dr. en Contabilidad - acahuapazam@unjbg.edu.pe <https://orcid.org/0000-0002-5283-9081>

Bartolomé Jorge Anyosa-Gutiérrez – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Administrador – Magister en Desarrollo Agrario – Dr. en Administración - banyosag@unjbg.edu.pe <https://orcid.org/0000-0001-6658-297X>

Ruperto Layme-Uchochoque – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Administrador – Magister en Administración – Dr. en Administración - rlaymeu@unjbg.edu.pe <https://orcid.org/0000-0001-7592-4935>

Evelyn Priscila Fajardo-Espinoza – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Administración – Magister en Administración Pública y Gobernabilidad - efajardoe@unjbg.edu.pe <https://orcid.org/0000-0002-2369-3837>

Rodrigo Manrique-Tejada – Universidad Nacional de San Agustín – Economista – Maestro en Investigación Científica e Innovación – Dr. Educación con mención en gestión educativa - rmanriquet@unsa.edu.pe Urb. Villa Eléctrica i – 8 José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa – Arequipa <https://orcid.org/0000-0003-4308-6599>

Autor corresponsal: +51932272803

Abstract

The objective of the research was to measure the gap in the knowledge contribution of graduates from four business study programs: accounting, administration, commercial engineering and agrarian economic engineering, from the Jorge Basadre Grohmann National University (UNJBG) of Tacna Peru, in their family economies. The methodology was to design and apply a questionnaire to 485 families that have had a graduate in one of the four study programs. The results showed a gap of 66% between the courses that are applied in their family economies. It is concluded that a new methodology must be adapted to reduce the gap in the curricular plan, thereby complying with what is established in the University law and improving the quality for professional development.

Keywords: Gap, knowledge, studies, family economy

Resumen

El objetivo de la investigación, fue medir la brecha del aporte del conocimiento de egresados de cuatro programas de estudios empresariales: contabilidad, administración, ingeniería comercial e ingeniería económica agraria, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG) de Tacna Perú, en sus economías familiares. La metodología fue diseñar y aplicar un cuestionario a 485 familias que hayan tenido un egresado en alguno de los cuatro programas de estudio. Los resultados mostraron una brecha de 66% entre los cursos que son aplicados en sus economías familiares. Se concluye que debe adecuarse una nueva metodología para reducir la brecha del plan curricular, cumpliendo con ello lo establecido en la ley Universitaria y mejorando la calidad para el desarrollo profesional.

Palabras clave: Brecha, conocimiento, estudios, economía familiar

Introducción y Objetivos

La ley universitaria, Ley N° 30220 (Ministerio de Educación del Perú, MINEDU, 2014) obliga a las universidades adoptar cambios en los procesos enseñanza aprendizaje, para mejorar la calidad educativa; establece el licenciamiento universitario, sustentado en cuadro dimensiones básicas de calidad, la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG) de la ciudad de Tacna - Perú, logró ese licenciamiento en el 2018. La mencionada ley, exige que todos los programas de estudio, cada tres años, deben modificar sus planes curriculares, para así mantener una calidad constante en el conocimiento y reducir la brecha entre la comunidad universitaria y el campo real de desarrollo profesional. Cualquier desarrollo profesional, como dependiente, independiente, de gestión pública, privada o mixta, tiene relación directa en la economía familiar (Manrique, 2022), es decir, en el ciclo económico, la familia, como agente económico, tiene ingresos y egresos, que son mejor comprendidos por las personas que han seguido un programa de estudio empresarial, por lo tanto, se puede tomar la economía familiar como un indicador para medir la brecha entre el conocimiento y su aplicación en el campo real. El objetivo de la investigación, fue medir la brecha del aporte del conocimiento de egresados de cuatro programas de estudios empresariales de la UNJBG, en sus economías familiares.

Metodología

Se aplicó un cuestionario a 484 familias de Tacna que tuvieran un familiar que haya estudiado uno de los cuatro programas de estudio. Para medir la brecha de calidad se consideró la premisa que: los egresados de programas empresariales, tienen un mayor conocimiento para mejorar la economía familiar, por lo que se seleccionó de los 144 cursos que proponen los cuatro programas de estudio, 34 que tuvieron en su silabo mayor acercamiento a economía familiar, es decir, que su conocimiento puede dar un mayor ingreso en la economía familiar, los cursos fueron:

- Administración de procesos
- Administración o gestión de recursos o talento humanos
- Auditoría relacionada a la gestión privada
- Auditoría relacionada a la gestión pública
- Comercio o negocios internacionales
- Contabilidad de costos o financiera
- Contabilidad general
- Contabilidad relacionada a la gestión privada
- Contabilidad relacionada a la gestión pública
- Control interno
- Costos y presupuestos
- Creatividad empresarial
- Econometría
- Economía
- Emprendimiento empresarial
- Emprendimiento y modelos de negocios
- Finanzas
- Fundamentos para los negocios

- Gerencia estratégica
- Gerencia, formulación y evaluación de proyectos
- Gestión de la calidad
- Gestión pública
- Investigación de mercados
- Legislación laboral, tributaria y empresarial
- Logística
- Marketing
- Mercado de valores y de capitales
- Normas contables
- Plan de negocios
- Planeamiento estratégico
- Procesos tecnológicos agrarios
- Pronósticos en los negocios
- Tecnologías para negocios
- Teoría o S.I.G para toma de decisiones

Resultados

En la tabla 1, se muestran los resultados, desde el punto de vista de las familias de los egresados

Tabla 1. Cursos que mejoran la economía familiar

Curso	Porcentaje	Posición
Contabilidad general	44%	1°
Economía	39%	2°
Marketing	37%	3°
Finanzas	34%	4°
Costos y presupuestos	32%	5°
Contabilidad de costos o financiera	29%	6°
Emprendimiento empresarial	25%	7°
Logística	23%	8°
Plan de negocios	22%	9°
Administración o gestión de recursos o talento humanos	20%	10°
Gestión pública	20%	11°
Creatividad empresarial	19%	12°
Comercio o negocios internacionales	18%	13°
Investigación de mercados	18%	14°
Administración de procesos	17%	15°

Emprendimiento y modelos de negocios	17%	16°
Control interno	16%	17°
Planeamiento estratégico	16%	18°
Gestión de la calidad	15%	19°
Gerencia estratégica	14%	20°
Tecnologías para negocios	14%	21°
Contabilidad relacionada a la gestión privada	13%	22°
Fundamentos para los negocios	13%	23°
Contabilidad relacionada a la gestión pública	13%	24°
Auditoría relacionada a la gestión pública	12%	25°
Legislación laboral, tributaria y empresarial	12%	26°
Normas contables	10%	27°
Gerencia, formulación y evaluación de proyectos	10%	28°
Mercado de valores y de capitales	9%	29°
Pronósticos en los negocios	8%	30°
Auditoría relacionada a la gestión privada	6%	31°
Teoría o S.I.G para toma de decisiones	6%	32°
Econometría	5%	33°
Procesos tecnológicos agrarios	3%	34°

Tomando en cuenta quintiles, se puede ver que ninguno de los cursos supera la mediana, es decir, no hay más de la mitad de las familias que digan: este curso es el que nos favoreció en mejorar la economía familiar. El primer percentil está entre el 25% a 44% y el último va de 3% a 9%, entonces, existe la posibilidad de sustituir cursos, o mejorarlos para que logren estar en el primer percentil.

Romero-Carazas, R. et al. (2023), indicaron que la calidad de servicios se relaciona con el conocimiento del recurso humano. Crespo-Cabuto et al. (2021), introducen una investigación señalando que se debe dar una gestión curricular holística en el modelo de competencias, luego de analizar 172 profesionales de educación en una rúbrica, concluyen que la planeación del perfil y el proceso de egreso, aún no cubren las necesidades sociales donde se desarrollará el futuro profesional. Martínez et al. (2013), investigan un caso de estudio para el diseño curricular en la educación universitaria, consideraron, en su diseño cualitativo, el reto de implementar planes de estudio adecuando a los cambios propios de los tiempos. Concluyen que es la experiencia de los docentes, la principal fortaleza para el diseño curricular, que va junto con la cultura del docente.

En el Perú, los planes de estudio deben de cambiarse cada tres años, los resultados muestran la necesidad de replantear la metodología que se aplica en los cuatro programas de estudio empresariales.

Conclusiones

Para los familiares de los egresados de cuatro programas de estudios empresariales, los cursos no influyen en más del 44% en mejorar sus economías familiares, por lo que se debe de plantear una nueva metodología.

Referencias

Crespo-Cabuto, A., Mortis-Lozoya, S., & Herrera-Meza, S. (2021). Gestión curricular holística en el modelo por competencias: Un estudio exploratorio. *Formación universitaria*, 14(4), 3-14.

Martínez, M., Pastor Verdú, M., Lozano Cabezas, I., & Carrasco Embuena, V. (2013). Diseño curricular en la educación universitaria: estudio de caso. *Magister*, 25(1), 1-9.

Manrique Tejada, R. (2022). *Implementación de las normativas peruanas de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y emprendedurismo en la plataforma web OC TAC para mejorar la gestión de la producción intelectual universitaria del Perú, 2021*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.

Ministerio de Educación del Perú. (2014). *Ley Universitaria*.

Romero-Carazas, R., Ochoa-Tataje, F. A., Mori-Rojas, G., Vilca-Cáceres, V. A., Gómez-Cáceres, F. Y., del Carpio-Delgado, F., ... & Espinoza-Casco, R. J. (2023). *Service Quality and Institutional Image as Predictors of Customer Satisfaction in Municipalities of Perú*. *Journal of Law and Sustainable Development*, 11(5), e885-e885.

RFI P01 Proyecto de desarrollo integrado de competencias transversales en un grado de ingeniería: Desarrollo

Juan Pedro Peña Martín^a y Carmen García Berdonés^b

Dpto. de Tecnología Electrónica, Universidad de Málaga, ETSI de Telecomunicación, Campus de Teatinos, 29071 Málaga, ^{a)} jppena@uma.es ^{b)} berdones@uma.es

Abstract

This work tries to be the continuation of many other specific projects carried out at the University of Malaga on the incorporation of transversal or generic competencies (CT) to engineering degrees. Its main objective is to create an integrated and progressive competency itinerary throughout the degree, with some selected CT and generating exportable teaching material. The progress and partial results after a first semester of application are presented here.

Keywords: Engineering, Generic Competencies, Effective Communication, Time Management, Information Management, Sustainability.

Resumen

Este trabajo trata de ser la continuación de muchos otros proyectos puntuales realizados en la Universidad de Málaga sobre la incorporación de competencias transversales o genéricas (CT) a los grados de ingeniería. Su objetivo principal es hacer un itinerario competencial integrado y progresivo a todo lo largo del grado, con algunas CT escogidas y generando material docente exportable. Se presentan aquí los avances y resultados parciales tras un primer semestre de aplicación.

Palabras clave: Ingeniería, Competencias Transversales, Comunicación efectiva, Gestión del Tiempo, Gestión de la información, Sostenibilidad

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Aunque desde comienzo de este siglo todas las universidades españolas, como la Universidad de Málaga, han ejecutado múltiples actuaciones puntuales para el desarrollo de las competencias genéricas o transversales (CT) en sus grados, son muchas en las que el desarrollo de las CT dista del logrado para las competencias específicas (CE)⁵. Y menos aún las que entre esas CT incorporan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Por un lado, encontramos un escasísimo desarrollo de algunas CT recogidas en la Orden CIN que regula muchas titulaciones de ingeniería, como es la capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas (CT de sostenibilidad, en lo que sigue), también recogida por el RD 822/2021 al resaltar la contribución que debe hacer la universidad a los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos en la Agenda 2030 de la ONU (García-Berdónés, 2018), (Guillén-Guillamón, 2021). Por otro lado, para aquellas CT que sí se abordan, falta un itinerario competencial que permita su desarrollo progresivo, así como resolver el tema de su evaluación (formativa y sumativa) (García-Berdónés, 2017). Tras otros intentos de alcance más reducido (Doblas-Navarro, 2022), en este proyecto plurianual (Peña-

⁵ Sin perjuicio de que en algunas universidades se haya avanzado sustancialmente más que en otras.

Martin, 2023) hemos puesto en marcha una ampliación sustancial con los siguientes objetivos generales:

- O1.- Diseñar un itinerario para el desarrollo a lo largo de un grado (Ingeniería de Sistemas Electrónicos, GISE) de cuatro importantes CT: **CT1 es comunicación efectiva, CT2 es aprendizaje autónomo y gestión de la información, CT3 es planificación y gestión del tiempo y CT4 es sostenibilidad** (ésta, totalmente novedosa). Requiere implicar a asignaturas de todos los cursos, asignarles una CT y un nivel de desarrollo (progresivo), y diseñar actividades para la formación y evaluación del nivel de la CT asignado, en coordinación con aquellas encargadas de la misma CT.
- O2.- Poner en marcha el itinerario diseñado durante 3 semestres recogiendo y analizando datos significativos sobre su desarrollo (p.ej. satisfacción con la experiencia y percepción en la mejora del desempeño de la CT), provenientes tanto del alumnado como del profesorado.
- O3.- Realizar una propuesta de extensión al resto de titulaciones de la ETSIT, basada en los resultados obtenidos, y acompañada de una documentación que facilite al profesorado la incorporación de las metodologías y prácticas docentes requeridas.

A continuación, se muestra la metodología que hemos puesto en marcha y los resultados obtenidos tras el primer semestre de desarrollo, que ya responde en gran parte a los objetivos. El trabajo que resta y la proyección de futuro del proyecto se discute en el último apartado.

METODOLOGÍA

Plan

Integrar un itinerario competencial para las CT en el grado requiere: distribuir entre las asignaturas los distintos niveles de desarrollo de las CT, asignar a cada nivel sus resultados de aprendizaje (RA), y diseñar las asignaturas incorporando esos RA. La distribución por nivel, curso y CT de las asignaturas implicadas, se muestra en la Tabla 1.

Los criterios aplicados para insertar estas competencias en las asignaturas han sido:

1. Siempre que sea posible se propone la inclusión de la CT en actividades que también sirvan para el desarrollo de las CE⁶.
2. Considerar, al programar la asignatura, que unas 2-3 horas presenciales van a tener que ser reservadas para el trabajo asociado a esa CT, aparte de las correspondientes no presenciales. Deben incluir una posible formación específica y la evaluación formativa correspondiente que implique una reflexión del alumnado sobre su nivel en la competencia (Mello, 2021).
3. Incluir en la guía docente una evaluación sumativa motivadora basada en el seguimiento y aprovechamiento del alumnado de las actividades propuestas (en principio, alrededor del 5% de la calificación máxima)⁷.

Los miembros implicados del PAS (servicio de Biblioteca) soportan a la formación sobre la CT2 (en su rama de gestión de la información). En este sentido y como novedad destacada, debe señalarse que en la formación que han impartido al alumnado se ha incluido el tema de ética en el uso de las publicaciones que, aunque puede estar implícito, no está explicitado en el programa del grado. La colaboración de expertos externos al equipo docente resulta

⁶ Por ejemplo, la presentación (oral o escrita) de un tema técnico en una asignatura, permite desarrollar a la vez tanto la CE de ese tema como la CT de comunicación efectiva. En la medida que sea muy dirigida por el profesor o más autónoma del alumno, el nivel ascenderá de bajo a alto.

⁷ Experiencias previas en este mismo Centro desarrollando alguna CT, pero con evaluación meramente formativa, han tenido una participación muy baja, inferior al 10% del alumnado.

imprescindible para abordar algunos RRAA importantes en los que el profesorado puede tener carencias formativas⁸.

Tabla 1. Distribución de CT y sus niveles por asignaturas participantes.

Nivel	CURSO / SEMESTRE	ASIGNATURA	CT
Nivel bajo	1º Curso 1º sem	Física	CT1
		Análisis de Circuitos	CT1
	1º Curso 2º sem	Tecnología electrónica	CT4
Nivel bajo o medio	2º Curso 1º sem	Fundamentos de Electrónica Analógica y de Potencia	CT3
	2º Curso 2º sem	Microcontroladores	CT4
		Redes y servicios de Teleco 2	CT2
Nivel medio o alto	3º Curso 1º sem	Subsistemas analógicos	CT4
		Diseño Digital Avanzado	CT3
		Sistemas basados en Microprocesador	CT3
		Tecnología y Diseño Microelectrónico 1	CT1
	3º Curso 2º sem	Ingeniería de Productos Electrónicos	CT3
		Instrumentación Electrónica I	CT2
		Electrónica de Potencia y Circuitos de Control	CT4
		Sistemas Empotrados	CT2
		Tecnología y Diseño Microelectrónico 2	CT1
Nivel alto	4º Curso 1º sem	Proyectos de Sistemas electrónicos	CT3 / CT1
		Electrónica Creativa	CT1
		Microbótica	CT2
	4º Curso 2º sem	Sistemas Electrónicos Interactivos	CT3

Documentación

Diversas plantillas sirven para reportar de forma más o menos estandarizada los resultados de las actividades (diseño de asignatura, satisfacción, tiempo invertido, etc.). El uso de plantillas facilita que la documentación generada se transfiera al profesorado de otras titulaciones (Objetivo 3).

Así, cada asignatura participante ha rellenado una ficha descriptiva que, junto con los documentos anexos que cada actividad necesite, constituirán el futuro repositorio a disposición de la comunidad universitaria. Estas fichas constan de

- Competencia a desarrollar y su grado de desarrollo (alto, medio o bajo), así como los RA correspondientes.
- Marco de desarrollo, para entender el contexto en que se desarrolla la actividad: grado, curso, asignatura, CE y sus RA asociados a esta actividad en su caso, etc.
- Descripción de la actividad. El número de filas que aparece en las siguientes tablas es escalable en función de las actividades que haya.
 - Una descripción general que puede ir acompañada de todos los documentos anexos que sean necesarios.

⁸ Una de las características importantes del las CT es que el profesorado no necesariamente tiene por qué dominarlas en todos sus RA; perfectamente pueden no formar parte de lo que se le ha exigido hasta el momento en su carrera docente.

- Una descripción detallada de todas las actividades presenciales y no presenciales relacionadas con la CT (tabla 2-3), junto a posibles comentarios. Se incluyen aquí también las actividades de evaluación.
- Detalles de la evaluación sumativa (tabla 4), junto a posibles comentarios. Debemos recordar la importancia de que estos RA pesen en la nota final del alumnado para asegurar un cierto interés. Aunque, en general, esta evaluación se suele basar en el grado de dominio de la CT por el alumnado, también es posible que queramos simplemente premiar que hayan realizado la actividad. En ambos casos, se puntúe o no solo por haber participado, es muy conveniente dar una realimentación cualitativa, de tipo formativo.

Tabla 2. Detalle de las actividades presenciales (AP)

AP	Actividades Presenciales si las hay	Descripción (contenidos, actividades concretas)	Tiempo estimado AULA (ESTUDIANTE)
----	-------------------------------------	---	-----------------------------------

Tabla 3. Detalle de las actividades no presenciales (ANP)

ANP	Actividades NO presenciales si las hay	Descripción (contenidos, actividades concretas)	Tiempo estimado fuera del AULA (ESTUDIANTE)
-----	--	---	---

Tabla 4. Detalle de la evaluación sumativa

EVALUACIÓN SUM (AP o ANP cuyo resultado se evalúa)	Descripción, Criterios o Rúbrica	% Calificación (o penalización)	Realimentación extra (además de la calificación numérica) NO / Sí (mecanismo)	Tiempo estimado PROFESOR
--	----------------------------------	---------------------------------	---	--------------------------

- Detalles de la evaluación formadora (EFd), que propicie la reflexión del estudiante sobre la CT (tabla 5). La tabla se refiere a una evaluación de actividades de carácter presencial (EFdP), pero se propone otra tabla idéntica para las no presenciales, solo que la palabra “DURANTE” carecería de sentido en esa tabla.

Tabla 5. Detalle de la evaluación formadora

EFd P	Actividades PRESENCIALES para reflexión sobre el proceso	ANTES /DURANTE/ DESPUÉS	Realimentación NO / Sí (mecanismo)	Tiempo estimado PROFESOR (posible tratamiento datos)
-------	--	-------------------------	------------------------------------	--

Aunque toda realimentación al alumnado debería provocar en él una reflexión, tal vez se necesiten actividades específicas para provocar esta reflexión. Se recogen aquí esta lista actividades, de entre las descritas en las tablas 2-4, expresamente diseñadas para invitar a la reflexión al estudiante sobre su experiencia antes, durante y/o después de realizar el conjunto de actividades propuestas para el desarrollo de la CT (por ejemplo, discusión individual con el profesor, clase expositiva del profesor resumiendo las distintas opciones/opiniones y debate posterior, discusión en el seno de grupos de estudiantes de las distintas opciones/opiniones; encuesta; evaluación entre pares). Típicamente, las encuestas de autoevaluación del alumno al principio y al final de la asignatura forman parte de este apartado.

- Listado de buenas prácticas: qué cosas puede hacer el profesorado en clase, o fuera de ella, que sean para los estudiantes un ejemplo de la puesta en práctica de la competencia o que la ponga en valor o similar.
- Listado de materiales a evaluar: En vista de todas las actividades planificadas, lista del material necesario, que debe adjuntarse a esta ficha en un fichero de anexos comprimido ZIP (por ejemplo, encuestas para la “reflexión”; Rúbricas o Guías para la Competencia escrita; Relación de problemas en inglés...)
- Opinión / percepción: Decimos aquí cómo se va a recabar la opinión o percepción final de los estudiantes (también es conveniente documentar la opinión del profesor). Puede ser mediante encuesta, pero también existe la posibilidad de un debate con los alumnos en que recojamos sus opiniones finales. Es interesante conocer también el número de alumnos que participan.

RESULTADOS

Este proyecto se enmarca en el Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos de la ETSI de Telecomunicación, implicando a dos miembros del PAS y veinte participantes del profesorado en los distintos cursos del grado, con sus correspondientes asignaturas asociadas a 3 áreas de conocimiento distintas:

- Tecnología Electrónica
- Física Aplicada
- Teoría de la Señal y Comunicaciones

A continuación, mostramos brevemente algunos resultados del primer cuatrimestre

En primer lugar, en ninguna de las asignaturas participantes las actividades propuestas han sido obligatorias para poder aprobar la asignatura, pero en algunas se ha puntuado con un 5% de la nota final total (sobre 100%), mientras que en otras ese 5% ha sido un extra que podía mejorar la nota (sobre 105%). Ese 5% se podía obtener de formas diversas, según la asignatura, pero siempre requería un pequeño esfuerzo por parte del alumno, al que se trataba de convencer desde el primer momento de lo positivo que sería para él su participación y mejora en la CT correspondiente.

En segundo lugar, las opiniones recogidas de los alumnos que han participado han sido positivas, reforzando la adecuación y conveniencia de reforzar estas competencias transversales. Claro que la muestra puede estar sesgada en origen, es decir, que los que han participado en las actividades podrían estar ya predispuestos con anterioridad, mientras que los que piensan negativamente, simplemente no han participado.

En tercer lugar, el grado de participación ha sido bajo, pese al incentivo con la nota. En general, la participación no ha llegado al 25% de los matriculados en cada asignatura (mejora apreciable respecto a cuando solo hay evaluación formativa, nota 3), considerando como participación la realización completa de las actividades (puntualmente ha podido haber más participación en alguna de las sesiones). Debemos exceptuar la asignatura de “Proyectos de Sistemas Electrónico”, de 4º curso y preparatoria para el Trabajo Fin de Grado (TFG), donde se trabajaba la CT1 ya orientada a su TFG, donde sí que han participado la mayoría de los interesados en realizar ya el TFG.

En cuarto lugar, la percepción tanto del profesor como de los propios alumnos que han participado, es de que sí han notado mejora de sus capacidades respecto a esas competencias, es decir, trabajar las CT les ha parecido útil.

Desgraciadamente, con la perspectiva de poco más de medio curso, no podemos evaluar un progreso plurianual distribuido por el grado, como es nuestro objetivo. Por la misma razón, tampoco podemos evaluar si la documentación generada resulta útil a otros profesores.

CONCLUSIONES

Se han expuesto aquí las fases del proyecto ya ejecutadas que han dado lugar a un diseño completo de un itinerario competencial concreto para las cuatro CT seleccionadas.

Los resultados son satisfactorios en cuanto a calidad, pero no en cuanto a cantidad. Por el momento no hemos conseguido que el alumnado se involucre mayoritariamente, lo que también repercute en el profesorado: una parte del mismo ha transmitido cierto desánimo por la baja participación. Esta es una línea en la que tenemos que trabajar en el futuro.

Otra línea futura de trabajo es ampliar a otras CT que se nos han quedado fuera por limitación de capacidad. El objetivo a largo plazo sería poder certificar, en el suplemento europeo al título, si un estudiante muestra una madurez competencial suficiente en cada una de las CT seleccionadas, dentro de su propio título y sin necesidad de que realicen otra formación extracurricular. Desde esa perspectiva todo el proyecto y sus resultados son extrapolables a otras titulaciones, no solo de este Centro que sería lo más sencillo, sino de toda la Universidad de Málaga.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el grupo de investigación DIANA (TIC-171) del Plan Andaluz de I+D+i (PAIDI) a través del proyecto TIC-171-G-FEDER del II Plan Propio de Investigación, Transferencia y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga; así como por el proyecto de Innovación Educativa PIE22-062 (Proyecto de desarrollo integrado de competencias transversales en el grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos) de la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS

Doblas-Navarro, C., Cáceres-Cansino, A., Heredia-Sánchez, F., Peña-Martin, J. P., García-Berdónés, C., y Trujillo-Aguilera, D. (2022). Colaboración entre PAS y PDI para el desarrollo de competencias genéricas: primeros resultados y lecciones aprendidas. *29 Congreso Universitario de Innovación Educativa En Las Enseñanzas Técnicas, (29 CUIEET), 285-290.*

García-Berdónés, C., Peña-Martin, J. P., y Trujillo-Aguilera, D. (2017). Coordinación del profesorado para el desarrollo de competencias transversales en un grado de ingeniería electrónica: estrategia y resultados. *25 Congreso de Innovación Educativa En Las Enseñanzas Técnicas, 25 CUIEET., 1209–1218.*

García-Berdónés, C., Díaz-Estrella, A., García-Lagos, F., Herrero-Reder, I., y Peña-Martin, J. P. (2018). Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios. *26 Congreso Universitario de Innovación Educativa En Las Enseñanzas Técnicas, (26 CUIEET) 1130–1133.*

Guillén-Guillamón, I. E., Moreno-Ramón, H., Jiménez-Belenguer, A., Cabedo-Fabrés, M., Ferrando-Bataller, M., Calvet Sanz, S., y Ibañez-Asensio, S. (2021). Desarrollo del binomio ODS-Competencias transversales en la docencia universitaria: una visión integral dentro de la UPV. *IN-RED 2020: VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia En Red, 1104–1117.*

Mello, L., y Wattret, G. (2021). Developing transferable skills through embedding reflection in the science curriculum. *Biophysical Reviews, 13(6), 897–903.*

Peña-Martin, J. P., y García-Berdónés, C., (2023). Proyecto de desarrollo integrado de competencias transversales en un grado de ingeniería: Diseño. *30 Congreso de Innovación Educativa En Las Enseñanzas Técnicas, (CUIEET'30), Cartagena 19-21 julio 2023.*

RFI P02 Las acreditaciones en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial

Carlos Rubió Sanvalero^a, María Elena Torrejón García^b, Fernando Brusola Simó^c, Pedro Yuste Pérez^d y Juan Antonio Monsoriu Serra^e

^aEscuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial de la Universitat Politècnica de València (ETSIADI-UPV) crubio@dig.upv.es, ^bETSIADI-UPV metorgar@upvnet.upv.es, ^cETSIADI-UPV fbrusola@upv.es, ^dETSIADI-UPV pyuste@disca.upv.es, y ^eETSIADI-UPV jmonsori@fis.upv.es

Abstract

Quality systems in university education are currently necessary as a tool for teaching and administrative management. But how far do we want to go in the area of accreditations? Do we set ourselves the strictly necessary ones according to the current legislation? Or do we want to go further and give added value to the profile of our graduates? In this paper we want to show a brief summary of our experience over the years, as we have managed to achieve and what it gives us to obtain the EUR-ACE and ABET seals.

Keywords: Quality, AVAP, EUR-ACE, ABET.

Resumen

Los sistemas de calidad en las Enseñanzas Universitarias se presentan como necesarios en la actualidad como herramienta de gestión docente y administrativa. Pero, ¿hasta dónde queremos llegar en el ámbito de las acreditaciones? ¿Nos marcamos las estrictamente necesarias según la legislación presente? o ¿queremos ir más allá y con ellas dar un valor añadido al perfil de nuestros egresados? En esta ponencia queremos mostrar un breve resumen de nuestra experiencia a lo largo de los años, como hemos llegado a conseguir y qué nos aporta obtener los sellos EUR-ACE.

Palabras clave: Calidad, AVAP, EUR-ACE, sellos.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, en el punto 1 del artículo 25 sobre el aseguramiento de la calidad de las enseñanzas universitarias oficiales dicta:

“Con objeto de asegurar la calidad de los estudios universitarios en tanto que son un servicio universitario para toda la sociedad española, los títulos universitarios oficiales deberán someterse a procedimientos de evaluación externa de acuerdo con los Criterios y Directrices de Aseguramiento de la Calidad en el Espacio Europeo De Educación Superior (European Standards and Guidelines for Quality Assurance of Higher Education, ESG)”.

En el artículo 2 indica que, los órganos de evaluación externa responsables de tramitar los procedimientos de aseguramiento de la calidad del sistema universitario español son la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) y, para su correspondiente ámbito territorial, las agencias de calidad de las Comunidades Autónomas inscritas en el Registro Europeo de Agencias de Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior (The European Quality Assurance Register for Higher Education, EQAR), tras haber superado con éxito una evaluación externa de acuerdo con los ESG, en el caso de la Comunidad Valenciana, esta agencia de calidad es la Agència Valenciana D'Avaluació i Prospectiva (AVAP).

En dicho real decreto se dicta el procedimiento de verificación de planes de estudios de las enseñanzas oficiales, así como su seguimiento y renovación.

Una vez realizado el procedimiento que nos obliga la legislación actual, y teniendo asegurada la calidad de los títulos de la ETSIADI a nivel nacional, analizamos si esto es suficiente para el perfil de nuestro estudiantado. Analizando éste, vemos que en la actualidad tiene un perfil internacional bastante marcado con tendencia creciente a lo largo de los cursos. El 25% de nuestros titulados que han realizado intercambio académico en universidades de fuera de nuestro país. Del mismo estudio de internacionalización, concluimos que cada vez son más los titulados que buscan trabajo fuera de nuestras fronteras.

Ello no lleva a plantearnos la pregunta de si nuestros títulos, con los sellos de calidad a nivel nacional que poseemos, cubren las necesidades y expectativas de nuestro estudiantado.

La contestación es clara, el tener unos sellos internacionales garantiza que el título cumple con los estándares de calidad a nivel internacional estipulados por la ENAEE y asegura a los empleadores que los conocimientos y las competencias prácticas de los egresados alcanzan estándares internacionales. Además, es un incentivo para potenciales estudiantes para elegir una titulación ya que ofrece información fiable sobre la calidad del título.

Por ello, buscamos qué sellos son los apropiados para que nuestras titulaciones fueran reconocidas y cubrieran las expectativas de nuestros titulados.

A nivel europeo nos decantamos por el sello EUR-ACE® de Ingeniería. “Es un certificado concedido por una agencia autorizada por European Network for the Accreditation of Engineering Education (ENAEE) a una universidad respecto a un título de Ingeniería de Grado o Máster evaluado según una serie de estándares definidos, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el Espacio Europeo de Educación Superior”. (Aneca, s.f.)

Los resultados y subresultados de aprendizaje que se analizan en este sello son:

EURACE	
RESULTADOS DE APRENDIZAJE	SUB-RESULTADO
1-Conocimiento y Comprensión	1.1 Conocimiento y comprensión de las matemáticas y otras ciencias básicas inherentes a su especialidad de ingeniería, en un nivel que permita adquirir el resto de las competencias del título.
	1.2 Conocimiento y comprensión de las disciplinas de ingeniería propias de su especialidad, en el nivel necesario para adquirir el resto de competencias del título, incluyendo nociones de los últimos adelantos.
	1.3 Ser conscientes del contexto multidisciplinar de la ingeniería.
2-Análisis en ingeniería	2.1 La capacidad de analizar productos, procesos y sistemas complejos en su campo de estudio; elegir y aplicar de forma pertinente métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos e interpretar correctamente resultados de dichos análisis.
	2.2 La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en su especialidad; elegir y aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos; reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales.
3-Proyectos de ingeniería	3.1 Capacidad para proyectar, diseñar y desarrollar productos complejos (piezas, componentes, productos acabados, etc.), procesos y sistemas de su especialidad, que cumplan con los requisitos establecidos, incluyendo tener conciencia de los aspectos sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicos e industriales; así como seleccionar y aplicar métodos de proyecto apropiados.
	3.2 Capacidad de proyecto utilizando algún conocimiento de vanguardia de su especialidad de ingeniería.
4-Investigación e innovación	4.1 Capacidad para realizar búsquedas bibliográficas, consultar y utilizar con criterio bases de datos y otras fuentes de información, para llevar a cabo simulación y análisis con el objetivo de realizar investigaciones sobre temas técnicos de su especialidad.
	4.2 Capacidad para consultar y aplicar códigos de buena práctica y de seguridad de su especialidad.
	4.3 Capacidad y destreza para proyectar y llevar a cabo investigaciones experimentales, interpretar resultados y llegar a conclusiones en su campo de estudio.
5-Aplicación práctica de la ingeniería	5.1 Comprensión de las técnicas aplicables y métodos de análisis, proyecto e investigación y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad.
	5.2 Competencia práctica para resolver problemas complejos, realizar proyectos complejos de ingeniería y llevar a cabo investigaciones propias de su especialidad.
	5.3 Conocimiento de aplicación de materiales, equipos y herramientas, tecnología y procesos de ingeniería y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad.
	5.4 Capacidad para aplicar normas de la práctica de la ingeniería de su especialidad.
	5.5 Conocimiento de las implicaciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales de la práctica de la ingeniería.
	5.6 Ideas generales sobre cuestiones económicas, de organización y de gestión (como gestión de proyectos, gestión del riesgo y del cambio) en el contexto industrial y de empresa.
6-Elaboración de juicios	6.1 Capacidad de recoger e interpretar datos y manejar conceptos complejos dentro de su especialidad, para emitir juicios que impliquen reflexión sobre temas éticos y sociales.
	6.2 Capacidad de gestionar complejas actividades técnicas o profesionales o proyectos de su especialidad, responsabilizándose de la toma de decisiones.
7-Comunicación y Trabajo en Equipo	7.1 Capacidad para comunicar eficazmente información, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de ingeniería y con la sociedad en general.
	7.2 Capacidad para funcionar eficazmente en contextos nacionales e internacionales, de forma individual y en equipo y cooperar tanto con ingenieros como con personas de otras disciplinas.
8-Formación continua	8.1 Capacidad de reconocer la necesidad de la formación continua propia y de emprender esta actividad a lo largo de su vida profesional de forma independiente.
	8.2. Capacidad para adquirir conocimientos ulteriores de forma autónoma.

Tabla1. Resultados y subresultados EUR ACE

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el proceso de acreditación nos basamos en toda nuestra experiencia

previa en los procesos de evaluación anteriores desde el PNECU hasta la actualidad. Analizamos cada Resultado de Aprendizaje (RA) y subresultado de aprendizaje (Sub RA) y lo cotejamos con las Competencias Transversales (CT) de nuestra Universidad. Las CT están alineadas con el RD822/2021 y son aplicables a todos los títulos oficiales de la UPV sin importar su ámbito, duración o nivel. Estas competencias se enfocan en habilidades prácticas y su inclusión en un programa de estudios debe impulsar la adquisición de otras competencias específicas relacionadas con el mismo campo. Además, están definidas en función de cinco objetivos formativos estratégicos y están alineadas con los valores sociales, medioambientales, de innovación, calidad y progreso de la UPV.

Competencias Transversales de la UPV. En el siguiente enlace se pueden consultar las CT con sus RA asociados: <https://www.upv.es/entidades/vecal/proyecto-de-actualizacion-de-competencias-transversales/>

COMPETENCIAS TRANSVERSALES UPV

CT1 COMPROMISO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL. Actuar con ética y responsabilidad profesional ante los desafíos sociales, ambientales y económicos, teniendo como referentes los principios y valores democráticos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

CT2 INNOVACIÓN Y CREATIVIDAD. Proponer soluciones creativas e innovadoras a situaciones o problemas complejos, propios del ámbito de conocimiento, para dar respuesta a las diversas necesidades profesionales y sociales.

CT3 TRABAJO EN EQUIPO Y LIDERAZGO. Colaborar eficazmente en equipos de trabajo, asumiendo responsabilidades y funciones de liderazgo y contribuyendo a la mejora y desarrollo colectivo.

CT4 COMUNICACIÓN EFECTIVA. Comunicarse de manera efectiva, tanto de forma oral como escrita, adaptándose a las características de la situación y de la audiencia.

CT5 RESPONSABILIDAD Y TOMA DE DECISIONES. Actuar con autonomía en el aprendizaje, tomando decisiones fundamentadas en diferentes contextos, emitiendo juicios en base a la experimentación y el análisis y transfiriendo el conocimiento a nuevas situaciones.

El modelo formativo propuesto por la UPV para el desarrollo de competencias transversales es un enfoque integrado donde se abordan simultáneamente resultados de aprendizaje de competencias específicas y transversales, que permite trabajar las competencias como habilidades complejas para la acción. En la ETSIADI partimos de este enfoque integrado de las competencias para llevar a cabo la asignación de las CT a las asignaturas punto de control, involucrando a todo el profesorado en el desarrollo de esta tarea.

Una vez analizados los RA y sus sub RA de EUR – ACE, se define cuales quedan realizados con nuestras CT. Los Sub RA que no quedan realizadas son cotejadas con las asignaturas de los títulos para, en función de las competencias, formas de impartir docencia y evaluar, ver en cuales se trabajan los RA y Sub RA de EUR-ACE.

Una vez definidas, se propuso a los profesores responsables de las asignaturas que cubren los RA y Sub RA que rellenaran una tabla en la que se recogía la información sobre en qué grado se trabaja cada sub RA.

Tabla2. Asignatura/subresultados de aprendizaje

RESULTADOS DE APRENDIZAJE				Conocimiento y Comprensión										Análisis en Ingeniería		Proyección en Ingeniería		Investigación e Innovación		Aplicación práctica de la ingeniería						Elaboración de Juicio		Comunicación y Trabajo en Equipo		Formación continua	
orden	ASIGNATURAS/ Sub-resultados de aprendizaje	CURSO	PROFESOR RESPONSABLE	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	6.1	6.2	7.1	7.2	8.1	8.2						
42	Expresión Gráfica II (14 4730) (12589) 216 unidades de 5 ECTS	1	RUBIO SANVALERO, CARLOS carlos.rubio@ehu.es	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	3	1	5	1	1	1	1	5	2	1	1						

Con ella, se confecciona una nueva tabla en la que se marcan las asignaturas que trabajan los sub RA en mayor medida, de ellas se extraen las evidencias que justifican que se cumplen con los Sub RA de EUR-ACE.

Tabla3. Asignaturas seleccionadas/subresultados de aprendizaje

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	Conocimiento y Comprensión			Análisis en Ingeniería		Proyectos de Ingeniería		Investigación e Innovación			Aplicación práctica de la Ingeniería					Elaboración de planes		Comunicación y Trabajo en Equipo		Formación continua			
ASIGNATURAS/Sub-resultados de aprendizaje	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	6.1	6.2	7.1	7.2	8.1	8.2	
Matemáticas I (1-ETSD) (12597) (P) Básica (9 ECTS)	X		X	X													X						
Matemáticas II (2-EPH) (12606) (P) Básica (9 ECTS)	X		X	X													X						
Matemáticas I (3-FLORNA) (12638) (P) Básica (9 ECTS)	X		X	X													X						

Las tablas presentadas son parte de las que se utilizan para establecer la correlación de todas las asignaturas con los RA y Sub RA de EUR-ACE.

De todas estas asignaturas se extrae la documentación precisa para demostrar que todo el estudiantado de las titulaciones adquiere los RA establecidos para la obtención del sello EUR – ACE. Dicha documentación consta de las guías docentes, actos de evaluación, trabajos, proyectos, TFG/TFM, profesorado (PDI), personal técnico de gestión, administración y servicios (PTGAS) y de la infraestructura pertinente.

RESULTADOS

Como resultado del proceso tenemos acreditadas todas las titulaciones de grado de la ETSIADI, grado en Ingeniería Aeroespacial, Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, Grado en Ingeniería Eléctrica, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Grado en Ingeniería Mecánica. También están acreditados el Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica y el Máster Universitario en Ingeniería del Mantenimiento.

Imagen1. Certificados EUR ACE



CONCLUSIONES

Establecer la correlación entre los resultados de aprendizaje de EUR ACE y las CT de la UPV nos facilita el arranque del trabajo ya que, como conocemos los puntos de control de las CT en cada titulación, vamos a buscar directamente el profesor responsable que debe confeccionar las tablas de los resultados y subresultados.

Poseer la plataforma Teams nos permite crear grupos de trabajo. La organización, planificación, responsabilidades en cada apartado, comunicación y participación del y personal de administración son claros y compartidos. La comunicación es fluida y los problemas son compartidos y resueltos con agilidad por el grupo.

Se comprueba en nuestra experiencia que los sellos internacionales garantizan que el título cumple con los estándares de calidad a nivel internacional estipulados por la ENAEE y asegura a

los empleadores que los conocimientos y las competencias prácticas de los egresados alcanzan estándares internacionales. Además, es un incentivo para potenciales estudiantes para elegir una titulación ya que ofrece información fiable sobre la calidad del título.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a todos los PDI y PTGAS el trabajo realizado para poder llevar adelante estos proyectos. Sin ellos, esto no sería posible.

RFI P03 Tutorización y orientación profesional en el seno de una asignatura contextual en primer curso de un Grado en Ingeniería

Eva González-Parada^a, Carmen García-Berdones^b, Eduardo Javier Pérez-Rodríguez^c, José Borja Castillo-Sánchez^d y José Manuel Cano-García^e

Departamento de Tecnología Electrónica - E.T.S.I. de Telecomunicación - Universidad de Málaga (^agonzalez@uma.es, ^bberdones@uma.es, ^cedu@uma.es, ^djoscassan@uma.es y ^ejcgarcia@uma.es).

Abstract

Tutoring and professional orientation projects often have low participation rates, mainly because the students don't have enough spare time. As an alternative, this work presents a contextual first-year course designed to provide specific information on their degree and future professional development, by using an active work methodology. The results obtained reveal that students improved their satisfaction with the chosen degree and their knowledge of it.

Keywords: tutorial action, vocational guidance, career guidance, career opportunities, personal tutoring, higher education, engineering.

Resumen

Los proyectos de tutoría y orientación frecuentemente presentan tasas de participación bajas, debido principalmente a la falta de tiempo del estudiantado. Como alternativa, este trabajo presenta una asignatura contextual de primer curso diseñada para proporcionar conocimientos específicos sobre el título y sus salidas profesionales, usando una metodología de trabajo activa. Los resultados obtenidos revelan que el estudiantado mejoró su satisfacción con el título elegido y su conocimiento de este.

Palabras clave: acción tutorial, orientación profesional, salidas profesionales, profesorado tutor, Educación superior, ingeniería.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los títulos de ingeniería suelen tener una alta tasa de abandono en el primer curso (Ministerio de Universidades, 2023), en gran parte debido a expectativas erróneas a la hora de llevar a cabo la elección del título. Estas expectativas erróneas se deben a una falta de conocimiento del título en sí y a la existencia de un catálogo de títulos cada vez cada vez mayor, lo que viene a dificultar más la elección. Todo esto hace que sean esenciales los sistemas de orientación y tutoría a nivel de título, de forma que permitan un conocimiento temprano del mismo, y en el caso de tener que tomar la decisión de abandonar la carrera, se haga con plena información y conocimiento.

En la legislación española, la apuesta por estos sistemas de orientación y tutorización queda clara, y está regulada con la obligación de disponer de ellos para el estudiantado universitario y preuniversitario (artículo 15.2 del RD-822/2021), así como con la definición de sus principios fundamentales (capítulo V RD-1791/2010). En el caso de la ingeniería, por las razones antes comentadas, existe un amplio número de contribuciones a la investigación relacionada en la que se detallan experiencias sobre la puesta en marcha de proyectos de tutoría, orientación y acompañamiento (Peña Martín et al., 2015) (Eliche, 2018) y (Merayo et al., 2021). No existe un diseño único, ya que cada uno de estos proyectos está implementado para adecuarse a las características de la Universidad, del Centro, del título y del entorno social y empresarial en el que el título está inmerso. En esta línea, los autores de la presente publicación pusieron en marcha en el curso 2022-2023 un proyecto de tutorización y

orientación profesional (PTOP) en el Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos (GISE) de la Universidad de Málaga, que venía a complementar al Plan de Acción Tutorial (PAT) que desde el año 2012 posee la Escuela Técnica Superior de Telecomunicación (ETSIT). Los resultados de este proyecto de tutorización y orientación profesional en el seno del GISE se publicaron en (Castillo et al., 2023). El proyecto desarrollado, tenía como objetivo general el facilitar al estudiantado el contexto de las enseñanzas y de las salidas profesionales del título, de forma que tuviera suficiente información para determinar la finalidad de cada una de las materias impartidas en el título y saber si la elección del título era adecuada. Colateralmente, se buscaba incrementar la motivación para el aprendizaje de las materias de los primeros cursos, que son esenciales pero generalmente percibidas por los estudiantes con una menor relación con el título. En otras palabras, si se tiene clara la elección del título, el “sacrificio/esfuerzo” que se requiere adquiere un significado. Para llevar a cabo este objetivo general se concretaron los siguientes objetivos específicos:

- Situar las enseñanzas en el contexto del proyecto de ingeniería electrónica para que el estudiantado comprenda su propósito.
- Incentivar al estudiantado a explorar las aplicaciones de la electrónica que pueden desarrollar con el título en relación con las salidas profesionales.
- Obtener retroalimentación del estudiantado sobre el título para mejorar el propio PTO, así como las actividades de orientación preuniversitaria.

El diseño del proyecto se basaba en los llamados grupos de orientación GTO y en el desarrollo de actividades de divulgación sobre los objetivos específicos anteriormente indicados. Los grupos GTO estaban constituidos por 2 docentes (novel y larga trayectoria), 9 o 10 estudiantes voluntarios, y si el estudiantado lo había solicitado al PAT del centro, también se contaba estudiantes mentores. Pese a que la participación del estudiantado fue muy baja y no se consiguió la repercusión esperada, la experiencia sí sirvió para obtener realimentación del estudiantado sobre la figura del profesor tutor, y posibles mejoras en el contexto en el que realizar las actividades. Por ejemplo, tanto estudiantes como profesores opinaron mayoritariamente que el tutor tiene que ser un profesor de alguna asignatura en curso, que el correo no es un buen medio de comunicación, sobre todo si el remitente no es conocido, y que las actividades deben estar dentro del marco de las asignaturas, ya que el estudiantado reportó que no disponía de tiempo adicional para participar en ellas.

En la presente comunicación se muestra el desarrollo y los resultados del segundo año (curso 2023-2024) del proyecto, en el que se ha realizado un rediseño del sistema de tutorización y orientación profesional basado en los resultados obtenidos en el curso anterior para el grado en ingeniería de Sistemas Electrónicos. Este rediseño ha implicado la creación de una nueva asignatura que recoge específicamente actividades de orientación y contextualización de las materias del título. El resto del artículo se estructura como sigue: en la sección 2 se expone la metodología, presentando el diseño de la nueva asignatura y su relación con los objetivos del proyecto; en la sección 3 se muestran las herramientas que se han utilizado para poder evaluar la metodología aplicada, así como los propios resultados; finalmente en la sección 4 se recogen las conclusiones.

METODOLOGÍA

Tal y como se ha comentado previamente, el rediseño del proyecto de tutorización y orientación profesional se ha materializado en una asignatura de nueva creación, aprovechando el proceso de modificación que era necesario llevar a cabo en los títulos de la ETSI de Telecomunicación (ETSIT) de la Universidad de Málaga. La nueva asignatura se denomina Ingeniería y Sociedad (I&S).

La creación de este tipo de asignaturas no es nada singular en las titulaciones de

ingeniería de telecomunicación⁹, en las que asignaturas con un esquema similar al que se propone se están impartiendo en los primeros cursos desde hace varios años. Sin embargo, estas asignaturas tienen que diseñarse de forma específica para cada contexto y atendiendo a las características del título y dónde se está implantando (centro, universidad, entorno social y empresarial, etc.). Además, necesariamente muchos agentes se tienen que ver implicados en el diseño de una asignatura de estas características.

Diseño de la asignatura en el grado en Ingeniería Electrónica de Telecomunicación¹⁰ (GIET).

En nuestro caso en el diseño de la asignatura I&S han participado la dirección del centro, la comisión académica y de calidad, los tres departamentos que mayoritariamente imparten docencia en la ETSIT y profesores participantes en el proyecto de tutorización y orientación profesional. Su objetivo es presentar a la Ingeniería Electrónica de Telecomunicación desde una doble perspectiva, la profesión y la formación universitaria. En ambas vertientes, se dará al alumnado una visión del papel de la ingeniería en la sociedad, tanto de los avances que ha propiciado hasta ahora como del posible impacto social y medioambiental de los retos que tiene por delante. Además, la asignatura debe proporcionar al alumnado una idea clara de la estructura y contenido formativo del grado, en la vertiente formación, y permitirle hacer una primera aproximación al ecosistema empresarial del área metropolitana de Málaga, en la vertiente profesional. La asignatura se ubica en el primer semestre de primer curso y tiene una carga docente de 6 créditos ECTS.

Contar con una asignatura específica para desarrollar estos objetivos permite hacer frente a las dificultades que se reportaron en el primer año de implantación del proyecto, así como disponer de un conjunto de herramientas adicionales que facilitan la consecución de dichos objetivos (espacios físicos y equipamiento de laboratorio dedicado, horarios reservados, profesorado con carga docente, sistema de evaluación, etc.).

Como ya se ha mencionado, el diseño de la asignatura para cumplir los objetivos se ha estructurado en dos grandes bloques que se dividen a su vez como se detalla a continuación:

- La profesión (24 horas presenciales):
 - Bloque Evolución de las Telecomunicaciones: Comprender el papel pasado, presente y futuro de la Ingeniería de Telecomunicaciones (IT) en la construcción de la sociedad de la información (14 horas).
 - Bloque Empresas: Conocer los ámbitos de actuación profesional de IT en la empresa y sus diversos roles en la organización empresarial (10 horas).
- La Formación (36 horas presenciales):
 - Básica universitaria. Ética y Sostenibilidad: Reunir información y emitir juicios sobre dilemas éticos que plantean los desarrollos tecnológicos y sobre la contribución del IT a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (6 horas).
 - Formación Básica y Específica: Comprender los conceptos básicos de las telecomunicaciones distinguiendo los propios de la electrónica (30 horas).

Otro aspecto importante en el diseño es la metodología de enseñanza que se va a aplicar y el sistema de evaluación. Para conseguir los objetivos planteados, ambos deben perseguir la participación activa y masiva del estudiantado. Para ello se han diseñado diferentes actividades en las que el estudiantado tenía que realizar de forma individual o en grupo distintas tareas en el horario de clase y cuya entrega se ha evaluado, afectando a su calificación en la asignatura.

⁹<https://webges.uv.es/uvGuiaDocenteWeb/guia?APP=uvGuiaDocenteWeb&ACTION=MOSTRARGUIA.M&MODULO=34795&CURSOACAD=2024&IDIOMA=C>

¹⁰ En el proceso de modificación del plan de estudios se actualizó el nombre de la titulación para adecuarse más a los contenidos del mismo, pasándose a denominar Grado en Ingeniería Electrónica de Telecomunicación

Con este sistema se intenta evitar el absentismo y una participación pasiva en clase. En el caso del bloque de formación específica, al contar con espacios físicos y equipamiento de laboratorio dedicado, estas tareas se pueden materializar en prácticas o desarrollo de pequeños proyectos. Estas prácticas y proyectos han permitido mostrar de forma experimental resultados de aprendizaje de cursos superiores, como por ejemplo el uso de la electrónica para implementar sistemas avanzados de monitorización remota y procesamiento de datos. Todo ello, con el propósito de proporcionar al estudiante una visión de qué finalidad tiene en su aprendizaje las materias que está cursando.

Por último, en lo que al diseño se refiere, para atender la sugerencia que plantearon los estudiantes en el curso anterior relacionada con la preferencia de que la figura del tutor fuese ejercida por profesorado previamente conocido y con el que tuvieran una vinculación académica, se ha promovido la participación de un amplio equipo docente, permitiendo poner al estudiante en contacto con el mayor número de profesores posible. En el curso 2023-2024 se estableció un equipo docente de 6 profesores y 2 profesoras (2 docentes para el bloque de profesión y 4 para el bloque de formación).

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados que muestran el grado en el que la asignatura I&S, impartida en el grado en Ingeniería de Electrónica de Telecomunicación por primera vez (curso 2023-2024), ha alcanzado los objetivos que se planteaban en el proyecto de tutorización y orientación profesional, así como las herramientas que se han utilizado para ello.

Se han utilizado dos cuestionarios y un grupo focal. El primer cuestionario (figura 1) se pasó a los estudiantes tras el primer mes de impartición de la asignatura I&S en el que ya se había desarrollado parte del bloque de la profesión. Este cuestionario fue respondido por 35 estudiantes de los 49 que están matriculados. Al materializarse el PTO en una asignatura, el seguimiento de todas las actividades ha sido muy alto, siendo caso peor el 60%.

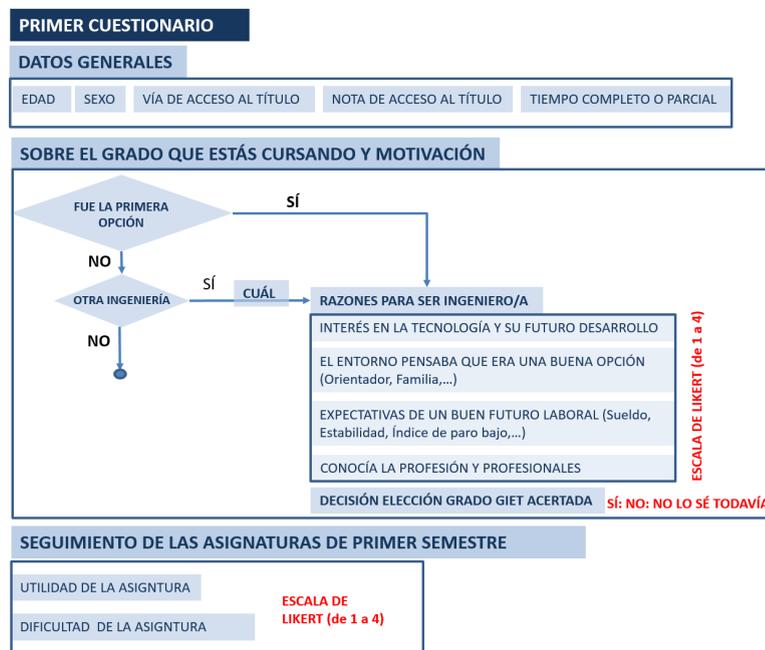


Fig. 1. Estructura del primer cuestionario.

El segundo cuestionario (figura 2) se realizó el último día de la asignatura I&S, una vez impartidos todos los bloques y tuvo 29 respuestas de estudiantes. Por último, el grupo focal se reunió en el mes de abril, momento en el que el estudiantado llevaba dos meses cursando el segundo semestre, habían recibido las calificaciones del primer semestre, y se les había presentado el informe de resultados de los cuestionarios de la asignatura I&S. Los temas

tratados en este grupo focal se muestran en la figura 2. El grupo focal estuvo formado por 16 estudiantes (12 hombres y 4 mujeres), 3 profesoras y 2 profesores.



Fig. 2. Estructura del segundo cuestionario y temas tratados en el grupo focal.

Siguiendo el esquema de la figura 1, de los resultados de los datos generales de este cuestionario cabe destacar que solo el 20% (7 respuestas) su primera opción fue el grado GIET, del resto, el 71,4% (25 respuestas) indicaron que su primera opción fue otra ingeniería y el 8,6% su primera opción no fue una ingeniería. Estos datos no son muy alentadores, y evidencian la necesidad de una asignatura como I&S. Sobre las razones que motivaron a la elección de una ingeniería predominaban significativamente el interés en la tecnología y las expectativas de un buen futuro laboral.

Dentro del seguimiento que se hizo de todas las asignaturas del primer semestre en los dos cuestionarios, cabe destacar la mejora de la percepción del estudiante sobre la utilidad de la asignatura I&S, pasando en la escala de útil o muy útil de un 60% a un 96% en el segundo cuestionario. En lo que respecta a la facilidad de seguimiento de la asignatura en ambos cuestionarios se indicó que la asignatura era fácil de seguir. Todo esto se ilustra en la figura 3.

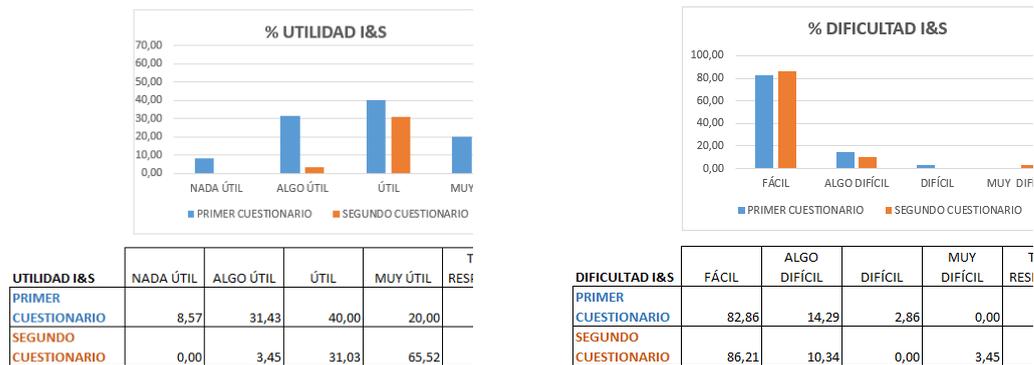


Fig. 3. Utilidad y dificultad de la asignatura I&S en porcentajes.

Los objetivos de los de los distintos bloques que componen la asignatura I&S, tal y como se ha indicado anteriormente se corresponden con los del PTOp (figura 2). Los resultados de la opinión del estudiantado, recogidos en la figura 4 (izquierda), muestran que todos ellos se cumplieron en gran medida, destacando el bloque de prácticas de formación básica y específica. En la figura 4 (derecha) se muestra la evolución de la opinión del estudiante sobre su decisión al elegir el grado, evidenciando una mayor satisfacción con el mismo. En esta misma figura también se muestra la percepción del estudiantado respecto al conocimiento que tiene sobre los contenidos y salidas profesionales del título tras cursar la asignatura I&S, mostrando que un alto porcentaje (82,7%) indica que sí tiene una idea clara sobre ellos.

Por último, el análisis y opiniones recabadas en el grupo focal sobre la asignatura I&S sirvió para corroborar los resultados de los cuestionarios.

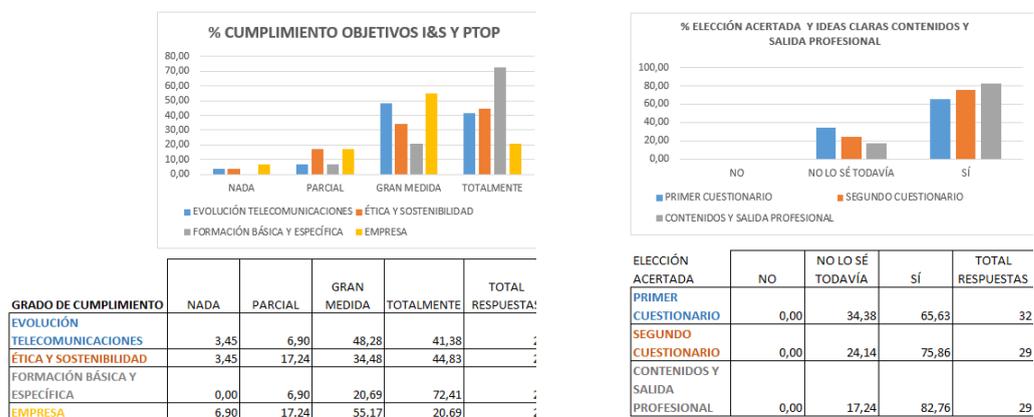


Fig. 4. Cumplimiento de los objetivos (izquierda) de la asignatura I&S y elección acertada del título y conocimiento de sus contenidos y salida profesional (derecha)

CONCLUSIONES

Tras evaluar los resultados del proyecto de tutorización y orientación profesional (PTOP) implementado en el GISE en el curso 2022-2023, este artículo presenta su rediseño y los resultados obtenidos en el curso 2023-2024 en el GIET. Este rediseño ha implicado la creación de una nueva asignatura, aprovechado el proceso de modificación del título, en la que se recogen específicamente actividades de orientación y contextualización de las materias del título en sintonía con los objetivos del PTOp. Los resultados obtenidos reportan en el estudiantado un mayor conocimiento del título y de sus salidas profesionales, así como una mejora en la satisfacción en la elección de este, señalando la utilidad de la asignatura en este sentido. Estos resultados parecen evidenciar que la asignatura I&S ha cumplido satisfactoriamente los objetivos del PTOp. No obstante, es necesario recabar más datos y seguir investigando para correlacionar los resultados con el progreso en el título de los estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el grupo de investigación DIANA (TIC-171) del Plan Andaluz de I+D+I (PAIDI) a través del proyecto TIC-171-G-FEDER del II Plan Propio de Investigación, Transferencia y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga; así como por el proyecto de Innovación Educativa PIE22-163 (Tutorización y orientación profesional en el Grado de Ingeniería de Sistemas Electrónicos) de la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS

Castillo Sánchez, J. B., Cano García, J.M y González Parada, E. (2023), Desarrollo de un proyecto de tutorización y orientación profesional en el Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos. En XXX Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas 30 CUIEET, Cartagena.

Eliche-Quesada, D., Medina-Quesada, A., Balsas-Almagro, J. R., Estevez, E., Gallego, F. J., Rus-Casas C. (2018). Orientación Universitaria de estudiantes de Ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica Superior de Jaén (PAT EPSJ). En XXVI Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas 26 CUIEET, Gijón.

Merayo, N. Ruiz-Requies, I. y Ávalos, N. (2021). Programa de orientación entre iguales en Educación Superior para la adquisición de competencias instrumentales. Revista Española de Orientación y Psicopedagogía, 32(1), 132-149. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.32.num.1.2021.30745>

Ministerio de Universidades (2023), Datos y cifras del sistema universitario español. Publicación 2022-2023, <https://www.universidades.gob.es/publicaciones-e-informes/>

Peña Martín, J. P., González Parada, E., García Berdonés, C. y Pérez Rodríguez, E. J. (2015), Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería. En XXIII Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas 23 CUIEET, Valencia.

RFI P04 ODS: ¿Qué más debe aprender el alumnado de ingeniería sobre IoT?

Eva González-Parada^a, José M. Cano-García^b, Eduardo J. Pérez-Rodríguez^c, Carmen García-Berdones^d, José Borja Castillo-Sánchez^e y J. Pedro Peña-Martín^f

Dpto. Tecnología Electrónica - Universidad de Málaga (gonzalez@uma.es^a, jcgarcia@uma.es^b, edu@uma.es^c, berdones@uma.es^d, jocasa@uma.es^e, jppena@uma.es^f)

Abstract

This paper presents the design of a class activity aimed at developing students' competence on Ethics and Sustainability (E&S) based on the SDGs and the IoT. The activity is included in a specific course of the second year of an engineering degree. In addition to the activity, the mechanisms necessary to allow its evaluation in the classroom have been devised. The expected result is a more meaningful learning activity thanks to the synergy between specific learning goals and general E&S goals.

Keywords: High Education, Engineering, SDG, Generic competences, IOT, microcontroller

Resumen

Este trabajo presenta, en el seno de una asignatura específica de segundo curso de un grado de ingeniería, el diseño de una actividad para las competencias de Ética y Sostenibilidad (E&S) basada en los ODS y la IoT. Además de la actividad, se han diseñado los mecanismos que permiten su evaluación en el aula. El resultado esperado es una actividad más significativa en el aprendizaje gracias a la sinergia de los resultados de aprendizaje específicos y los generales de E&S.

Palabras clave: Educación Superior, Ingeniería, ODS, Competencias genéricas, IOT, Microcontrolador.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los estados miembros de la Organización de Naciones Unidas, en el año 2015 y en el marco de la "Agenda 2030 para el desarrollo sostenible", plantearon diecisiete objetivos para mejorar la vida de todas las personas, sin dejar a nadie atrás. Estos Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) son enormes desafíos, como el crecimiento sostenible y sin brechas, que deben guiar las actuaciones de los gobiernos de las naciones, pero también las que se lleven a cabo en otros ámbitos, como el de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) o el universitario. Los requisitos que los ODS imponen en estas dos esferas son el marco general del trabajo que aquí se presenta y se hablará a continuación de cada una de ellas.

Las TIC pueden jugar dos papeles antagonistas en la consecución de los ODS. En el trabajo de Andreu Pinillos et al. (2020) se muestran, para cada ODS, ejemplos de cómo el uso de las TIC puede contribuir a alcanzarlo pero también de que el crecimiento irreflexivo de su implantación puede ir en contra de su consecución. Por ejemplo, es evidente que el crecimiento exponencial del uso de las TIC en el mundo está contribuyendo a un aumento del consumo energético, y a su correspondiente aumento en las emisiones de CO₂. -la conocida como huella de carbono-. Pero, como vienen advirtiendo diversas ONG, ese crecimiento también está provocando un aumento, no una disminución, de las tradicionales brechas entre los países desarrollados y en desarrollo en el campo de los derechos laborales o de la salud. Por un lado, en la fase de producción, la mayor demanda de materias primas para la fabricación de los dispositivos ICT, puede estar forzando en los países en desarrollo al uso de mecanismos de extracción, cuanto menos poco claros respecto a la preservación de los derechos de las personas que lo realizan,

y, en la fase de retirada, el aumento en la generación de basura electrónica, de la que estos países son a menudo receptores, no solo provoca problemas de salud a las personas que realizan su reciclado sin control, sino que también está incrementando la contaminación de su suelo y su agua. No dejar a nadie atrás tal vez sea el mayor desafío de los ODS.

El presente trabajo se focaliza en una de las TIC para las que se prevé un mayor crecimiento en las próximas décadas: la Internet de las cosas (IOT). Actualmente se está realizando un intenso trabajo alrededor de IoT y ODS, tratando el tema desde perspectivas muy generales -p. ej. recopilando las nuevas consideraciones de sostenibilidad para el diseño de todos los bloques que formarían parte de una aplicación IOT general (Sakshi Popli et al., 2021)- o muy específicas - p. ej., proponiendo métodos para medir la huella de carbono asociada al funcionamiento de un solo nodo IOT construido con un microcontrolador específico (Maistriaux et al., 2022)-. También está recogidas para IoT tanto la dualidad en su contribución para alcanzar los ODS como la importancia de considerar todo el ciclo de vida del producto, ambas recién mencionadas para las TIC. Así, se ha analizado como determinadas aplicaciones de IoT pueden ser clave para la mejora de distintos problemas de los países en desarrollo, advirtiendo de los retos que ello implica (López-Vargas et al., 2020), y también se ha señalado la necesidad de evaluar la contribución de IoT a la sostenibilidad, no solo en su uso en aplicaciones concretas - evaluando su tiempo de vida útil o la huella de carbono asociada a su funcionamiento- sino en otras fases de su ciclo de vida, como en la producción -evaluando la huella de carbono asociada a la fabricación de sus componentes o el grado de uso de materiales reciclados - y en la retirada - midiendo la basura electrónica generada- (Maistriaux et al., 2022). Considerar el ciclo de vida completo del producto IoT para asegurar la sostenibilidad es retomar el concepto de economía circular como vía para el desarrollo económico sostenible (Srivastav et al., 2023) y, por tanto, poner en el foco a los profesionales de la ingeniería que, como responsables de la primera fase del ciclo de vida- la fase de concepción-, deben realizar un diseño que asegure lo circular de la economía. Así, estos profesionales deberán ampliar los requisitos tradicionales para los que se les prepara en las Escuelas de Ingeniería -como el precio de mercado o el consumo y la portabilidad (para asegurar exclusivamente requisitos de usabilidad)- con todos estos nuevos requisitos relacionados con la sostenibilidad. Por tanto, en nuestra opinión, urge incluir todo ello en su formación, porque, probablemente, la legislación sobre ODS va a ir más lenta que el avance de la tecnología, y deberán de tomar decisiones de diseño sostenibles aun no reguladas.

La Universidad, en su misión de formar personas y profesionales responsables, ha asumido los ODS como guía para sus actuaciones en general¹¹ y, en particular, algunos títulos de ingeniería han realizado un esfuerzo para materializar a través de los ODS la tradicional competencia genérica (CG) de responsabilidad ética y sostenibilidad (E&S), recogida en las órdenes ministeriales que regulan las diversas profesiones de ingeniería (Sánchez-Carracedo et al., 2022). En el caso del Grado en Ingeniería Electrónica de Telecomunicación (GIET) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Málaga, que encuadra este trabajo, esta tarea se está llevando a cabo a través de un proyecto de innovación educativa (PIE_CG) que propone potenciar el desarrollo, entre otras CG, de las competencias de E&S, promoviendo la inclusión de sus resultados de aprendizaje (RA_CG), de forma progresiva, asociándolos a resultados de aprendizaje específicos (RA_ES) de asignaturas de carácter específico (Peña-Martin & García-Berdónés, 2023). Se presenta aquí el trabajo realizado para desarrollar un módulo de E&S basado en ODS, en la asignatura “Microcontroladores” de segundo curso del GIET en el curso 23-24.

Los objetivos planteados para su desarrollo fueron: 1) Establecer el RA_E&S a desarrollar y 2) Diseñar y poner en marcha a) las actividades pertinentes para su desarrollo y evaluación del grado de adquisición por parte del alumnado y b) los mecanismos de evaluación de su

¹¹ Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad.

implementación en las aulas, de cara a la mejora para los siguientes cursos.

En el siguiente apartado se mostrará la metodología y las acciones tomadas para alcanzar los objetivos, se continuará con los resultados obtenidos tras la puesta en marcha del módulo en las aulas y, finalmente, se presentarán algunas conclusiones y líneas de mejora para siguientes cursos.

METODOLOGÍA

Contexto

En una asignatura de primer curso, a través del PIE_CG, ya se han desarrollado actividades para alcanzar un RA básico de E&S: conocer los ODS como propuestas de solución a los problemas de sostenibilidad social, económica y/o ambiental (Galeas-Merchán et al., 2023). Sobre este RA deberá reposar el RA_E&S, más avanzado, que se proponga en la asignatura “Microcontroladores” de segundo curso. Esta asignatura se centra en el estudio de un microcontrolador de ultrabajo consumo, característica esencial en el desarrollo de aplicaciones IoT alimentadas a baterías. El estudio se materializa en la puesta en práctica de conceptos relacionados con su arquitectura, conjunto de instrucciones, periféricos, gestión de los periféricos mediante interrupción y modelo de programación. Al RA_ES relacionado con este último tema se le asociará el RA_E&S correspondiente al módulo E&S a desarrollar.

Resultado de Aprendizaje a desarrollar y descripción de las actividades para alcanzarlo

Por todo lo dicho, los RA_E&S propuestos fueron: RA1_E&S-Comprender como una decisión de diseño sobre la fase de uso de un producto puede impactar en la consecución de un ODS concreto y RA2_E&S.-Conocer que deberían ser consideradas en el diseño también otras fases del producto para alcanzar el ODS. Se ha escogido el ODS 13 (Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos) y la disminución de la huella de carbono asociada a diferentes actividades como medida para combatir el cambio el cambio climático.

El esquema de la actividad para desarrollar conjuntamente el RA_ES de la asignatura junto con el RA1_E&S propuesto aparece en la Figura 1. El análisis del nodo IoT y las medidas que se proponen al alumnado sobre el consumo del nodo en uso son análogas a las propuestas por Maistriaux et al. (2022) que además, evalúa la huella de carbono asociada al ciclo de vida completo del nodo, lo que incluye desde la fabricación de sus elementos hasta el final de su vida útil y la gestión de los residuos que genera. Así, se podrán usar los resultados del consumo en uso del nodo en relación con la duración de las baterías. Esto permitirá por una parte, ilustrar el RA1_E&S, y por otra parte, dar pie a la introducción del concepto de ciclo de vida del nodo y la posterior actividad basada en la lectura reflexiva del trabajo de Maistriaux et al. (2022) para comprobar el importante aporte a la huella de carbono del ciclo de vida del nodo. Esta segunda actividad diseñada para alcanzar el RA2_E&S se ilustra en la Figura 2 a través de un esquema. Tal y como se puede observar, la actividad RA2_E&S se inicia con la reflexión de los resultados obtenidos en la actividad RA_ES y RA1_E&S y del impacto que las decisiones de diseño a nivel del RA_ES tienen en la duración de la batería. La duración de la batería es un aspecto crítico en este tipo de redes, ya que marca los tiempos de mantenimiento de esta y/o el fin de la vida del nodo, con la consecuente gestión de los residuos que genera y el impacto medioambiental. Tras haber planteado que más allá del consumo en uso existen otros factores que implican un impacto en la huella de carbono, se plantea valorar cómo puede impactar en la huella de carbono los pasos previos del ciclo de vida del nodo, usando para ello el trabajo expuesto para un caso similar en Maistriaux et al. (2022). La lectura reflexiva de este trabajo permitirá cumplir con el RA2_E&S que se planteaba como objetivo.

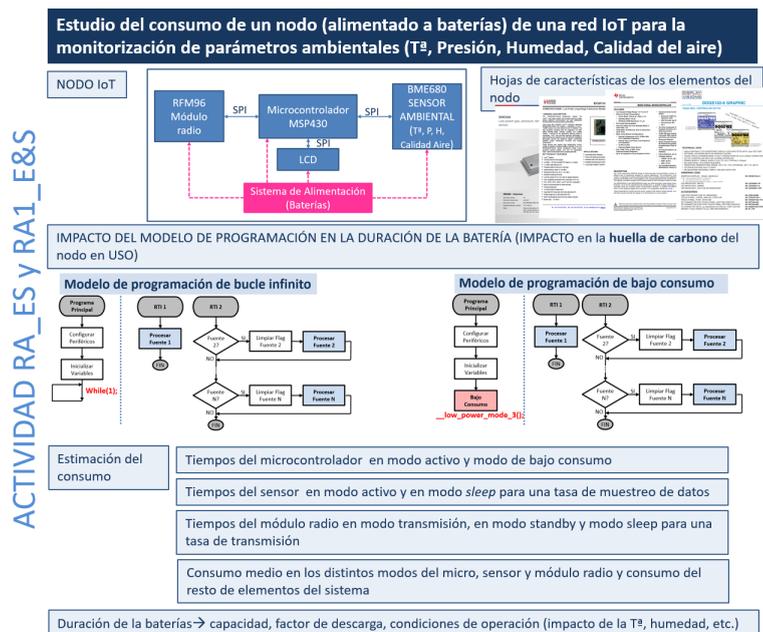


Figura 18 Esquema de la actividad para el desarrollo conjunto del RA_ES y RA1_E&S

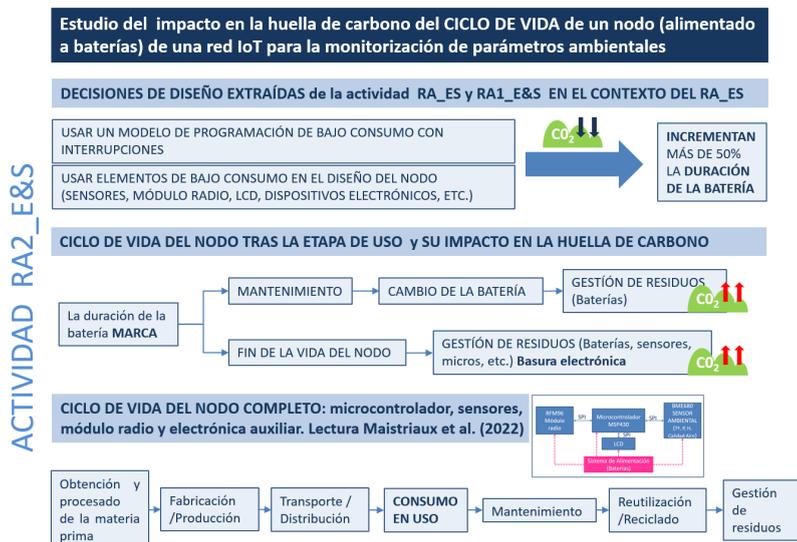


Figura 19 Esquema de la actividad para el desarrollo del RA2_E&S

Mecanismos de evaluación del alumnado y de la experiencia.

La calificación sumativa otorgada al *alumnado* corresponde a la asignada al RA_ES (0,25 puntos) y al RA_E&S (0,45 puntos). El primero se evalúa en base a la memoria de la actividad (la utilización adecuada de las hojas de características de los elementos del nodo, los parámetros eléctricos y electrónicos usados, de las medidas realizadas y de las fórmulas usadas para evaluar el consumo y adecuación de la programación realizada). RA_E&S se evalúa por asistencia a las sesiones programadas y por la cumplimentación de los cuestionarios de evaluación de la experiencia que se detallan a continuación (Tabla 2). Entendemos que estos cuestionarios, además de informarnos del posible cambio de percepción del alumnado sobre la importancia de actuar para alcanzar los ODS, o sea, de que en su opinión han alcanzado los RA_E&S propuestos, contribuye a la reflexión del propio alumnado sobre lo aprendido (paso fundamental para un aprendizaje significativo).

La Tabla 2 muestra en el orden temporal de ejecución en clase (O) las diferentes actividades mencionadas hasta ahora. Se muestra para cada una, el tiempo en minutos asignado (T) junto con su modalidad (M), la organización (OR) sugerida al alumnado para realizarla y la puntuación

asociada (P).

Tabla 2 Cuestionarios administrados al alumnado para provocar una autoreflexión sobre lo aprendido y para evaluar la experiencia

Cuestionario Previo	Cuestionario posterior
<i>Escala Likert L1: Muy poco, algo, bastante, mucho; L2: No lo sé, lo he escuchado, tengo una idea general, sí lo sé; L3 No en absoluto, no mucho, sí, un poco, sí, mucho. L4: No en absoluto, no mucho más, sí, un poco más, sí, mucho más.</i>	
¿Te preocupa en general el impacto medioambiental de las tecnologías de la información y las comunicaciones? L1	¿Te han sorprendido los resultados de la actividad en su análisis de la huella de carbono de una aplicación IoT? L3
¿Qué conocimiento tienes sobre la relación entre el diseño electrónico de una aplicación IoT y su impacto en la huella de carbono? L1	¿Te preocupa más que antes el impacto medioambiental de las tecnologías de la información y las comunicaciones? L4
¿Crees que el diseño de un sistema electrónico de una aplicación IoT puede tener impacto significativo en la huella de carbono? L1	¿Cómo ha afectado esta actividad tu percepción sobre la importancia del diseño electrónico en la reducción de la huella de carbono? L1
¿Sabes qué es el ciclo de vida de un producto y cómo cada una de sus etapas puede influir en la huella de carbono? L2	Después de realizar esta actividad, ¿crees que como profesional de la ingeniería estás obligado moralmente a considerar el impacto ambiental al diseñar productos electrónicos? L3
¿Qué impacto medioambiental crees que tiene el uso de baterías en dispositivos electrónicos? L1	¿Crees que la actividad ha sido útil? L1

Tabla 3 Organización de las actividades

O	Actividad	T (minutos)	M	OR	P
1	Cuestionario previo (Tabla 1)	10	No presencial	Individual	0,35
2	Desarrollo de RA_ES y RA1_E&S (Figura 1)	90	No presencial	Grupo	
3	Desarrollo del RA2_E&S (Figura 2)	90	Presencial	Grupo	0,35
4	Cuestionario posterior (Tabla 1)	10	Presencial	Individual	

RESULTADOS

Respecto a los resultados obtenidos en este trabajo se destacan los siguientes:

Se ha realizado un análisis de los RA_ES de la asignatura “Microcontroladores” para poder evaluar si había algún resultado que de forma natural pudiera dar soporte a los RA_E&S, considerándose un buen candidato la estimación de consumo en sistemas basados en microcontrolador en base a distintos modelos de programación.

El diseño de las actividades se ha realizado para que queden plenamente integradas en la asignatura y su realización sea coherente con la organización de esta. Para ello se ha adaptado una actividad de estimación de consumo a un caso de uso relacionado con la IoT y se ha ampliado con el análisis del impacto en la huella de carbono (ODS13) de las aplicaciones IoT a baterías. Para completar esta integración de las actividades se les asigna una puntuación de 0,7 puntos en la calificación sumativa de la asignatura.

Todas las actividades diseñadas se están realizando en el momento de redactar estas líneas, con lo que no se pueden presentar los resultados de la evaluación en el aula de la actividad, pero sí se han diseñado y presentado los mecanismos para evaluar el impacto de esta en el aprendizaje significativo de los resultados de aprendizaje RA_ES y RA_E&S.

CONCLUSIONES

El presente trabajo se enmarca en el proyecto de innovación educativa PIE_CG que de forma gradual pretende materializar los resultados de aprendizaje de las competencias de E&S (RA_E&S) en el Grado en Ingeniería Electrónica de Telecomunicación, asociándolos a los resultados de aprendizaje específicos de asignaturas del mismo. En este sentido, en el seno de la asignatura “Microcontroladores”, impartida en segundo curso, se propone el diseño de dos actividades que introduzcan dos RA_E&S particulares. El RA_ES seleccionado para asociar estos RA_E&S es saber estimar el consumo en base a distintos modelos de programación que admite la arquitectura del microcontrolador bajo estudio. En concreto, se propone como primera actividad la estimación del consumo en uso de un nodo a baterías de una red IoT para la monitorización de parámetros ambientales y el cálculo de su impacto en la duración de las baterías. Este estudio sienta las bases que permiten relacionar el impacto de las decisiones de diseño y del ciclo de vida en la huella de carbono a través del análisis y discusión de varias referencias de la literatura relacionada. Las actividades desarrolladas benefician a la asignatura porque plantean un caso real y de gran relevancia como es el impacto medioambiental de los desarrollos de ingeniería. A su vez, la competencia de E&S se ve reforzada al cobrar un sentido dentro de los RA_ES de la asignatura. El diseño de los mecanismos para su evaluación en el aula también ha sido expuesto y se espera que corrobore la sinergia de los RA_E&S y RA_ES en el aprendizaje significativos de estos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto de Innovación Educativa PIE22-062 (Proyecto de desarrollo integrado de competencias transversales en el grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos) de la Universidad de Málaga y por el grupo de investigación DIANA (TIC-171) del Plan Andaluz de I+D+i (PAIDI) a través del proyecto TIC-171-G-FEDER del II Plan Propio de Investigación, Transferencia y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS

- Andreu Pinillos, A., Fernández-Fernández, J.-L., & Fernández Mateo, J. (2020). Pasado, presente y futuro de los objetivos del desarrollo sostenible (ODS). La tecnología como catalizador (o inhibidor) de la Agenda 2030. *Revista de Las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales*, 108.
- Galeas-Merchán, J. M., García-Berdónés, C. & Ruiz-García, M. (2023). Cuéntame un cuento: concurso de diseño digital. 30 Congreso Universitario de Innovación Educativa En Las Enseñanzas Técnicas.
- López-Vargas, A., Fuentes, M., & Vivar, M. (2020). Challenges and Opportunities of the Internet of Things for Global Development to Achieve the United Nations Sustainable Development Goals. *IEEE Access*, 8, 37202–37213.
- Maistriaux, P., Pirson, T., Schramme, M., Louveaux, J., & Bol, D. (2022). Modeling the Carbon Footprint of Battery-Powered IoT Sensor Nodes for Environmental-Monitoring Applications. *ACM International Conference Proceeding Series*, 9–16.
- Peña-Martin, J. P., & García-Berdónés, C. (2023). Proyecto de desarrollo integrado de competencias transversales en un grado de ingeniería: diseño. 30 Congreso Universitario de Innovación Educativa En Las Enseñanzas Técnicas.
- Sakshi Popli, Jha, R. K., & Jain, S. (2021). A comprehensive survey on Green ICT with 5G-NB-IoT: Towards sustainable planet. *Computer Networks*, 199, 108433.
- Sánchez-Carracedo, F., Segalas, J., Busquets, P., Camacho, S., Climent, J., Lazzarini, B., Martín, C., Miñano, R., De Cámara, E. S., Sureda, B., Tejedor, G., & Vidal, E. (2022). Using Competency Maps for Embedding and Assessing Sustainability in Engineering Degrees. In *Trends in Higher Education* (Vol. 1, Issue 1, pp. 58–81).

Srivastav, A. L., Markandeya, Patel, N., Pandey, M., Pandey, A. K., Dubey, A. K., Kumar, A., Bhardwaj, A. K., & Chaudhary, V. K. (2023). Concepts of circular economy for sustainable management of electronic wastes: challenges and management options. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(17), 48654–48675.

EXPERIENCIA E INNOVACIÓN EN METODOLOGÍAS DOCENTES

- Aprendizaje basado en problemas
- Aprendizaje basado en proyectos
- Gamificación
- Clase inversa
- Aprendizaje cooperativo y COILs
- Evaluación
- Nuevos modelos para trabajos de fin de grado y de máster (TFG/TFM)
- Incorporación de la lengua extranjera en las aulas
- Formación dual
- Prácticas en empresa
- Cómo incorporar la visión de género

Presentaciones

TDAI O01 Creación y Diseño del Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a la Industria e Ingeniería Asistida por Ordenador (Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea)

Ana Boyano Murillo^a, José Manuel González Pérez^a, Ekaitz Zulueta Guerrero^a, José Miguel Gil-García Leiva^a, Zuriñe Gómez de Balugera López de Alda^a y Xabier Basogain Olabe^a

^aUniversidad del País Vasco /Euskal Herriko Unibertsitatea, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, C/ Nieves Cano 12, 01010 Vitoria-Gasteiz.

Abstract

The Master's program planned for the 2024/2025 academic year emerges as an innovative response to the business and academic demands in the Basque Country. Designed after market analysis and in collaboration with the industrial sector, it focuses on key areas such as machine learning, computer vision, and industrial cybersecurity. Its comprehensive curriculum structure allows for the progressive acquisition of knowledge and fosters research and innovation in engineering, contributing to the economic and technological development of the society.

Keywords: Master's Program, Artificial Intelligence, Industry, Computer-Aided Engineering.

Resumen

El máster previsto para el curso 2024/2025 surge como respuesta innovadora a las demandas empresariales y académicas en Euskadi. Diseñado tras un análisis de mercado y en colaboración con el sector industrial, se enfoca en áreas clave como aprendizaje automático, visión artificial y ciberseguridad industrial. Su estructura curricular integral permite la adquisición progresiva de conocimientos e impulsa la investigación e innovación en ingeniería contribuyendo al desarrollo económico y tecnológico de la sociedad.

Palabras clave: Programa de Máster, Inteligencia Artificial, Industria, Ingeniería Asistida por Ordenador.

INTRODUCCIÓN

La Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (EIVG) del Campus de Álava de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) tiene una sólida reputación por su oferta académica adaptada a las necesidades del entorno empresarial. Sin embargo, existe una brecha en cuanto a la oferta de másteres en comparación con otras Escuelas de Ingeniería de la UPV/EHU. Esta carencia es especialmente relevante en un contexto donde Álava destaca como la provincia más industrializada de España, lo que subraya la importancia de una formación especializada en ingeniería. La entrada de nuevas universidades en el territorio alavés intensifica aún más la competencia en este ámbito. Por lo tanto, surge la necesidad de explorar la viabilidad de ofrecer un nuevo máster que responda a las demandas del mercado y promueva la investigación en ingeniería.

La EIVG actualmente ofrece una variedad de grados en ingeniería, pero su oferta de másteres es limitada en comparación con otras escuelas dentro de la UPV/EHU. Esta disparidad plantea un desafío para la EIVG, ya que la demanda de formación especializada en ingeniería es alta, especialmente en un entorno industrial tan prominente como Álava. La falta de opciones de posgrado en el campus limita las oportunidades de investigación y desarrollo de doctorados, lo que afecta tanto a los estudiantes como a la institución en su conjunto.

En este contexto la EIVG se planteó un estudio para determinar la viabilidad de implantar un nuevo máster en la EIVG que satisfaga las necesidades del mercado y fomente la investigación en ingeniería. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las demandas del tejido empresarial local y se evaluó la pertinencia de los temas propuestos para el nuevo programa de posgrado.

Un equipo de trabajo ad hoc del máster ha realizado un estudio con encuestas y entrevistas a miembros del sector empresarial, centros tecnológicos, colegios de ingenieros e instituciones relevantes. Los resultados indican un alto interés por parte de las empresas en la formación especializada a nivel de máster, con un énfasis particular en áreas como la Inteligencia Artificial aplicada a la Industria (IAI). Los temas más solicitados por las empresas incluyen sistemas inteligentes de movilidad, robótica aplicada a la producción, y sistemas predictivos de mantenimiento y calidad. Estos hallazgos respaldan la necesidad de ofrecer un nuevo máster que aborde estas áreas de interés. La figura 1 muestra un entorno industrial donde la aplicación de la inteligencia artificial y la ingeniería asistida por ordenador juegan un papel fundamental en la optimización de procesos y la toma de decisiones estratégicas.

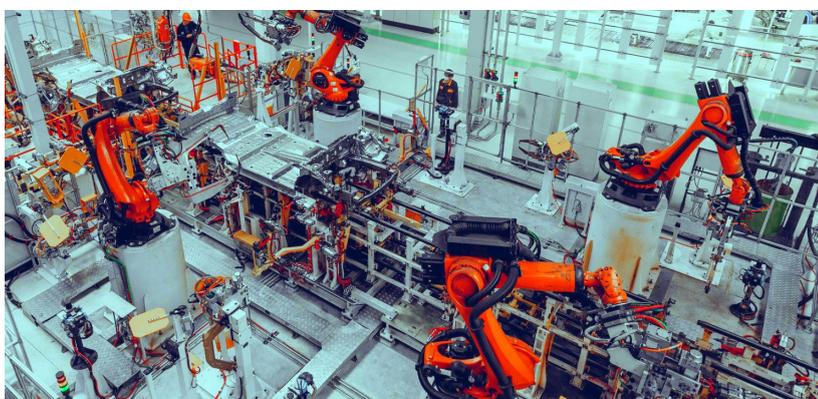


Fig. 1. Entorno Industrial donde aplicar las enseñanzas del máster propuesto.

El análisis DAFO (que evalúa las Fortalezas (F), Debilidades (D), Oportunidades (O) y Amenazas (A)) de este proyecto de máster revela que, si bien la EIVG cuenta con un personal motivado y una sólida relación con las empresas locales, también se enfrenta a desafíos como la falta de recursos humanos y una competencia creciente en el ámbito de la educación superior en Álava. A pesar de estos obstáculos, las oportunidades para la creación de un nuevo máster son prometedoras, especialmente dada la demanda de formación especializada en ingeniería y el apoyo de las empresas y las instituciones locales.

El equipo de trabajo ad hoc recomendó, basándose en los resultados del estudio, que la creación de un nuevo máster en Inteligencia Artificial aplicada a la Industria e Ingeniería Asistida por Ordenador era una iniciativa viable y necesaria para la EIVG. Se recomendó desarrollar un plan detallado para la implementación del nuevo programa, teniendo en cuenta las necesidades específicas del mercado y las capacidades del centro. Además, se sugirió establecer colaboraciones con empresas locales y centros de investigación para enriquecer la oferta académica y promover la investigación aplicada en ingeniería.

MÉTODO

El máster propuesto por el equipo de trabajo se enfoca en brindar una formación especializada en el ámbito de la inteligencia artificial aplicada a la industria y la ingeniería asistida por ordenador. Inicialmente se tituló "Máster en Inteligencia Artificial Industrial e Ingeniería Asistida por Ordenador", y después se reconoció la necesidad de ajustar la denominación para reflejar con mayor precisión su enfoque principal, y así clarificar el contenido y la orientación del máster tanto para los estudiantes como para las empresas.

El diseño del máster se basa en el estudio indicado anteriormente que involucró la participación de más de 75 empresas de diversos sectores. Este estudio identificó demandas específicas de formación, como el desarrollo de robots inteligentes, ciencia de datos y sistemas predictivos de mantenimiento. El máster se alinea con el eje de transformación digital e inteligencia artificial del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación. Los estudiantes adquieren habilidades sólidas para desarrollar sistemas autónomos, optimizar procesos de producción y tomar decisiones estratégicas basadas en datos, lo que les abre oportunidades en sectores clave como la producción, la automatización y el diseño de productos.

Además, el máster ha sido respaldado por las otras dos Escuelas de Ingeniería de la UPV/EHU y aprobado por el Consejo de Gobierno de la Universidad. Esta aprobación se fundamenta en la capacidad del programa para cubrir las necesidades del mercado y mejorar la formación de los estudiantes de ingeniería.

La creación del máster también implica la necesidad de desarrollar un programa de doctorado relacionado con la inteligencia artificial aplicada a la industria y la ingeniería asistida por ordenador. Esto responde a la demanda de formación investigadora en áreas especializadas y promueve la cultura científica en las empresas industriales. La universidad busca fortalecer las conexiones con empresas y otras instituciones de investigación, así como mejorar la proyección investigadora de su profesorado en este ámbito.

El máster propuesto se presenta como una respuesta directa a las necesidades del mercado y a los avances tecnológicos en el campo de la inteligencia artificial y la ingeniería asistida por ordenador. Su enfoque práctico y orientado a la industria lo posiciona como una opción relevante y atractiva para estudiantes y profesionales que buscan desarrollar habilidades en áreas clave para la transformación digital y el progreso tecnológico.

El máster propuesto ofrece una relevancia profesional destacada en el escenario actual, donde la adopción de tecnologías avanzadas es esencial para el progreso industrial. Los estudiantes de este programa adquirirán una sólida base en inteligencia artificial aplicada a entornos industriales, lo que les permitirá desarrollar sistemas autónomos, mejorar los procesos de producción y tomar decisiones estratégicas respaldadas por datos. Además, el enfoque en Ingeniería Asistida por Ordenador dotará a los alumnos de habilidades específicas para diseñar y perfeccionar herramientas de diseño asistido, modelado y simulación, fomentando así la innovación y la eficiencia en la ingeniería de productos y procesos. Estos profesionales estarán preparados para liderar la transformación digital en la industria, abriendo nuevas oportunidades en sectores como la producción, la automatización, la logística y el diseño de productos, donde tanto la inteligencia artificial como la ingeniería asistida por ordenador son elementos cruciales para mantener la competitividad y fomentar el progreso tecnológico. La figura 2 muestra un robot colaborativo en un entorno industrial donde la aplicación de la inteligencia artificial y la ingeniería asistida por ordenador aporta valor añadido al proceso productivo.



Fig. 2. Robot colaborativo en entorno Industrial.

RESULTADOS

La planificación de las enseñanzas de este máster se ha diseñado cuidadosamente para abordar las numerosas subáreas específicas que son fundamentales en el campo de la Inteligencia Artificial aplicada a la Industria y la Ingeniería Asistida por Ordenador. Esta fragmentación de asignaturas se justifica por la necesidad de proporcionar una formación integral que cubra todas estas áreas relevantes. Por ello, se ha asignado un peso de 3 créditos por asignatura, mientras que aquellas consideradas básicas y que requieren más tiempo tienen 4,5 créditos.

Para garantizar que los estudiantes puedan profundizar en áreas de especial interés, se ha asignado un total de 12 créditos para el Trabajo de Fin de Máster (TFM). Esto les brinda la oportunidad de explorar temas específicos y desarrollar competencias adicionales de acuerdo con sus objetivos profesionales y académicos.

Además, se ha dividido el curso en cuatro períodos o bimestres, dos para cada cuatrimestre, con el objetivo de facilitar una adquisición progresiva de conocimientos y competencias. En la web del máster se detallan las asignaturas [Web del Máster, 2024] y en la Tabla 1.

Tabla 1 – Listado de Asignaturas del Máster distribuido por semanas.

ASIGNATURAS DEL PRIMER CUATRIMESTRE	SE MANAS 1-7 Bi mestre 1	SE MANAS 8- 15 Bi mestre 2
Aprendizaje automático aplicado al control inteligente industrial	X	
Programación Científica en Python	X	
Metodología de la Investigación	X	
Aprendizaje por Refuerzo		X
Big Data		X
Redes Neuronales y Aprendizaje profundo		X
Simulación fluido dinámica computacional		X
Simulación y optimización de procesos de fabricación aplicados a componentes industriales	X	
Simulación y Optimización FEM de Componentes Industriales		X
ASIGNATURAS DEL SEGUNDO CUATRIMESTRE	SE MANAS 16- 24 Bi mestre 3	SE MANAS 25- 30 Bi mestre 4
Hardware específico para IA	X	
IA aplicada a la detección de defectos y anomalías en la Industria	X	
Ciberseguridad Industrial	X	
Visión Artificial	X	
Análisis, Simulación y Experimentación de Sistemas Mecánicos	X	
Simulación y optimización de procesos en plantas industriales	X	
Trabajo Fin de Máster		X

El programa tiene en su parte de Inteligencia Artificial varias asignaturas relativas al aprendizaje automático, y otras asignaturas específicas de IA aplicada a la Industria, como Visión

Artificial o Hardware específico, que complementan esta formación para el contexto industrial donde estas áreas están estrechamente interrelacionadas, lo que justifica su inclusión en el programa. En el ámbito de programación se utilizará Python y herramientas de Matlab/Simulink en asignaturas específicas como Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo, entre otras. Esto se justifica por la amplia utilización de Matlab en investigación y desarrollo industrial, así como por su relevancia en el ámbito de la inteligencia artificial aplicada a la industria.

La parte de Ingeniería Asistida por Ordenador (IAO) posibilita el análisis de sistemas mecánicos, procesos de fabricación y la realización de simulaciones de fluidos, entre otras funciones. Esta disciplina proporciona una perspectiva integral y avanzada del rendimiento de los productos, permitiendo una comprensión profunda y detallada de su funcionamiento en diferentes contextos y condiciones. Los futuros profesionales en este campo podrán modelar y simular sistemas de energía, como perfiles aerodinámicos de turbinas eólicas, vehículos o trenes, así como diseñar sistemas de energía, como perfiles de turbinas hidráulicas.

Por último, se ha cuidado mucho las habilidades y competencias de las asignaturas siguiendo las orientaciones de expertos; también se ha establecido un Sistema de Garantía Interno de la Calidad que incluye mecanismos de coordinación docente. Además, se recogen también un conjunto de líneas de investigación vinculadas al máster y se espera que los estudiantes las aborden en sus trabajos de investigación en centros tecnológicos y empresas industriales.

La impartición del máster se realizará con la participación de 34 profesores doctores, distribuidos en distintas categorías docentes, todas adecuadas para su función. Este profesorado cuenta con una notable producción científica.

En lo que respecta a prácticas externas y estancias en el extranjero, el máster no contempla prácticas obligatorias ni movilidad, pero se ofrecen convenios establecidos por la EIVG con otras entidades en estos dos ámbitos de formación en la empresa y en el extranjero.

CONCLUSIONES

El desarrollo y la implantación del Máster Universitario en Inteligencia Artificial aplicada a la Industria e Ingeniería Asistida por Ordenador por la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea constituye una respuesta innovadora y estratégica a las necesidades del entorno empresarial y académico en Euskadi. La impartición está prevista para el curso 2024/2025.

Este programa nace de un exhaustivo estudio de mercado y de las demandas del sector industrial, evidenciando un claro interés por parte de las empresas en la formación especializada en áreas como la inteligencia artificial aplicada a la industria. La estrecha colaboración con el tejido empresarial local, centros tecnológicos y otras instituciones relevantes ha sido fundamental para diseñar un plan de estudios que responda a estas demandas, brindando a los estudiantes las habilidades y competencias necesarias para enfrentar los desafíos del mundo laboral actual.

La estructura curricular del máster ha sido cuidadosamente diseñada para ofrecer una formación integral, abordando áreas clave como el aprendizaje automático, la visión artificial, la ciberseguridad industrial y la simulación y optimización de procesos, entre otras. La distribución de asignaturas por cuatrimestres y la asignación de créditos para el Trabajo de Fin de Máster permiten una adquisición progresiva de conocimientos y la profundización en áreas de especial interés para los estudiantes.

La participación de un destacado cuerpo docente, con una sólida trayectoria investigadora y una amplia experiencia en el ámbito de la ingeniería, garantiza la calidad académica del programa. Además, la colaboración con empresas e instituciones locales ofrece oportunidades de prácticas extracurriculares y de participación en cursos internacionales, enriqueciendo la experiencia educativa de los estudiantes y fortaleciendo su inserción laboral. Su relevancia profesional y su enfoque práctico lo posicionan como un programa de referencia en el panorama educativo y empresarial, contribuyendo al desarrollo económico y tecnológico de la comunidad

del País Vasco.

REFERENCIAS

Web del Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a la Industria e Ingeniería Asistida por Ordenador (2024). <https://www.ehu.eus/es/web/master/master-inteligencia-artificial-industrial-ingenieria-asistida-ordenador>

TDAI O02 Estudio de la resistencia óhmica de la bobina de un circuito RLC en resonancia

Ives Torriente-García^a, Francisco M. Muñoz-Pérez^a, Juan C. Castro-Palacio^a, Juan A. Monsoriu^a

^aCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València, España

Abstract

The voltage measured on the inductor of an RLC series circuit connected to a sinusoidal electromotive force depends on the current and the impedance. The latter includes not only the inductive reactance, but also the ohmic resistance of the inductor. In this paper, the resistance of a coil in an RLC circuit is obtained from direct measurements of the phase of the voltage across the coil at resonance and the resonant frequency for different values of capacitance.

Keywords: smartphone, RLC circuit, resonance, inductor.

Resumen

La tensión medida en el inductor de un circuito en serie RLC conectado a una fuerza electromotriz sinusoidal depende de la corriente y de la impedancia. Esta última no sólo incluye la reactancia inductiva, sino también la resistencia óhmica del inductor. En este trabajo, la resistencia de una bobina en un circuito RLC se obtiene a partir de las medidas directas de la fase de la tensión en la bobina en resonancia y la frecuencia de resonancia para diferentes valores de capacitancia.

Palabras clave: smartphone, circuito RLC, resonancia, bobina.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los circuitos simples como los RC, RL, y RLC en serie alimentados con fuerza electromotriz directa o sinusoidal, son comúnmente vistos en cursos de física de secundaria e introductoria (Groff (2019), Aguilar-Marín et al (2019), Westermann et al (2022), Torriente-García et al (2023), Torriente-García et al (2024)). Algunos ejemplos de trabajos publicados incluyen el estudio de la carga y descarga de un condensador en un circuito RC en serie (Groff (2019), Aguilar-Marín et al (2019), Westermann et al (2022)) y las variaciones de corriente al conectar y desconectar un circuito RL en serie (Torriente-García et al (2023), Torriente-García et al (2024)). En relación con los circuitos en serie RLC un fenómeno importante a tener en cuenta es la resonancia.

El estudio de estos circuitos sencillos se ha abordado en trabajos muy recientes utilizando smartphones como generadores de señal y como osciloscopios en los que las señales entran y salen por el puerto de audio mediante un conector jack (Torriente-García et al (2023), Torriente-García et al (2024)). El smartphone puede convertirse en un generador de señales utilizando la opción Tone Generator disponible en la aplicación gratuita para Android Physics Sensors Toolbox Suite (Vieyra Software (2020)). Del mismo modo, el smartphone puede convertirse en un osciloscopio utilizando un conector de audio se ha utilizado la opción Audio Scope incluida en la aplicación gratuita para Android phyphox (Staacks et al (2018)). Utilizando estas ventajas de los smartphones, los circuitos en serie RC (Torriente-García et al (2023)), RL (Torriente-García et al (2023)), y RLC (Torriente-García et al (2024)) se han hecho sencillos y portátiles.

En este trabajo llamamos la atención sobre el interesante hecho de que la tensión medida en el inductor siempre se ve afectada por la existencia de una resistencia óhmica real.

Cuando se estudia el circuito en serie RLC en los cursos introductorios y de primer año de Física, comúnmente se consideran inductores ideales (con resistencia óhmica despreciable). Si la resistencia óhmica no es despreciable, la tensión en el inductor y la tensión en el condensador no están en contrafase cuando ambas señales se visualizan en la pantalla del osciloscopio. Decidimos medir la resistencia óhmica de la bobina en un circuito en serie RLC a partir de las medidas directas de la fase de la tensión en la bobina en resonancia y la frecuencia de resonancia para diferentes valores de capacitancia.

METODOLOGÍA

La figura 1 muestra el diagrama del circuito RLC utilizado en este trabajo. Se utilizó un smartphone como generador de señal que proporciona una fuerza electromotriz sinusoidal $\varepsilon(t)$. La resistencia óhmica del smartphone cuando se utiliza como generador de señal es R_i . Se conectan en serie un condensador de capacidad C , un inductor de impedancia L y resistencia óhmica R_L y un resistor de resistencia R .

Para convertir el smartphone en un generador de señales hemos utilizado la opción Tone Generator disponible en la aplicación gratuita para Android Physics Sensors Toolbox Suite (Vieyra Software (2020)). La señal eléctrica sinusoidal enviada al puerto de audio se deriva mediante un conector audio-jack y se utiliza para alimentar el circuito RLC. El lector puede encontrar más información sobre esta configuración en las referencias (Torriente-García et al (2023), Torriente-García et al (2024)).

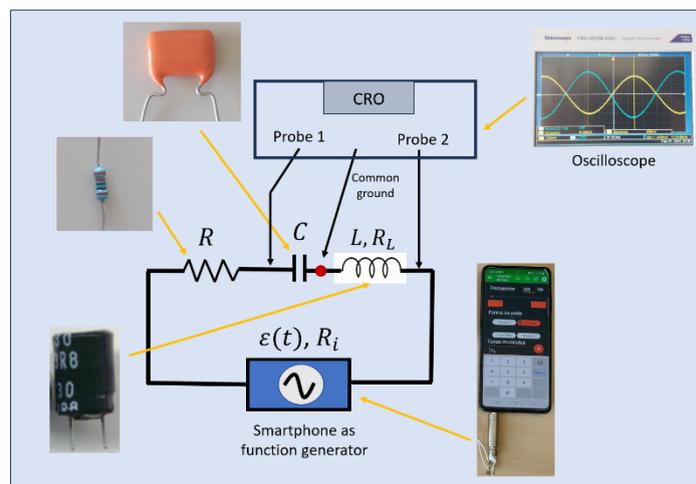


Fig. 1. Representación esquemática de un circuito en serie RLC. Se han incluido las fotos reales de los componentes utilizados en este trabajo. En la imagen se puede ver la toma de audio utilizada para sacar la señal de alimentación de tensión del smartphone. La resistencia de la resistencia externa es de 220Ω . La masa común se indica con un punto rojo.

RESULTADOS

La Figura 2 muestra la vista editada del archivo de audio digital grabado con el teléfono inteligente para diferentes alturas de la columna de agua en el jarrón de vidrio. Los picos representan los tres pulsos resultantes de presionar tres veces el botón de encendido del mando a distancia. Se han tomado medidas cada 2.5 cm de altura de la columna de agua. La distancia entre el mando a distancia y la celda solar se ha mantenido fija durante el experimento. En la figura se puede notar la variación de la amplitud de audio de manera decreciente para las diferentes distancias.

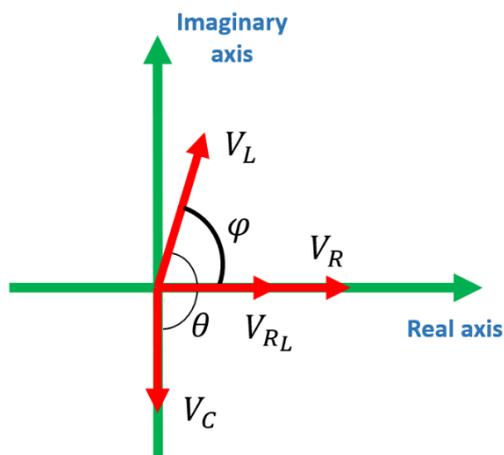


Fig. 2. Diagrama de fasores para las tensiones en la resistencia óhmica (V_R), componentes de reactancia óhmica (V_{R_L}) e inductiva (V_L) en el inductor, y en el condensador (V_C) (debido a la reactancia capacitiva). También se indica el ángulo medido en el experimento, ϕ .

Tabla 1. Valores de capacitancia y la correspondiente frecuencia de resonancia para $L = (0.010 \pm 0.001)\text{H}$

No	$C(\mu\text{F})$	$f_0 = (2\pi\sqrt{LC})^{-1}\text{Hz}$
1	1.04	1558.40
2	1.48	1306.92
3	2.22	1068.18
4	4.71	733.35
5	6.92	605.02

La tabla 1 hace referencia a la frecuencia teórica de resonancia (f_0), y se obtuvo de diferentes valores de capacitancia logrados de la combinación en serie y paralelo de los capacitores.

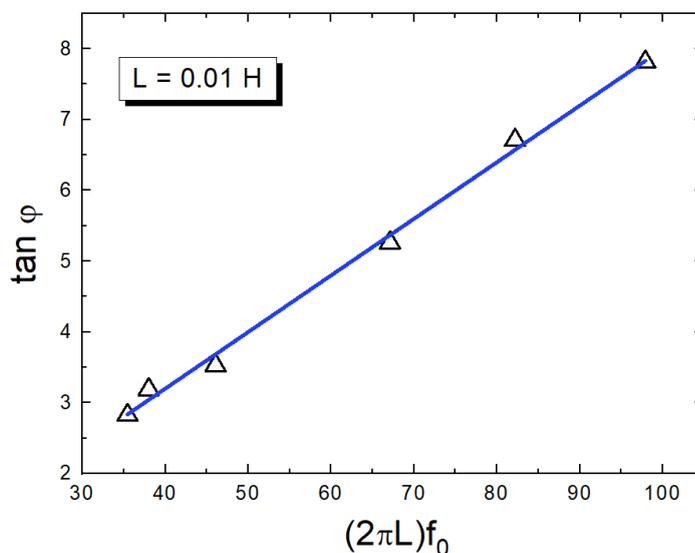


Fig. 3. Relación entre la tangente de la fase y el voltaje en el inductor

$(2\pi Lf_0)$. La línea azul indica el ajuste lineal de la curva.

La figura 3 muestra la gráfica que relaciona la tangente de la fase y el voltaje en el inductor ($2\pi Lf_0$), donde $L = (0.010 \pm 0.001)\text{H}$ es la inductancia proporcionada por el fabricante que establece (SBCP – 80HY) para un núcleo de ferrita de Níquel-Zinc (NiZn).

Al utilizar el smartphone como generador de señal, este proporciona en el puerto de audio, el suministro de voltaje necesario para que el experimento se lleve a cabo exitosamente, se consideró un máximo de 0.8V. Para lograr una precisión adecuada en las medidas se utilizó un osciloscopio con una tolerancia de 0,1°. La resistencia óhmica del inductor se determinó mediante un ajuste lineal donde $R_0 = [12.41 \pm 0.38]^{-1} \Omega$, siendo este el valor de la pendiente que se comparó con la medición directa realizada con un óhmetro y se obtuvo un valor de $[12.50 \pm 0.01] \Omega$. Un margen de error aceptable teniendo en cuenta que existen influencias externas, como los efectos de la piel, en la construcción del inductor cuando se utilizan altas frecuencias

CONCLUSIONES

Hemos estudiado la influencia de la resistencia óhmica de una bobina cuando se mide su tensión en un circuito RLC en serie en resonancia. Esta resistencia óhmica no despreciable hace que la tensión en el condensador y la tensión en el inductor no se vean en contrafase cuando ambas señales se visualizan en la pantalla de un osciloscopio. Se ha medido la fase de la señal de tensión en resonancia en función de las frecuencias de resonancia para diferentes valores de la capacitancia. A continuación, se determina la resistencia de la bobina mediante un ajuste lineal. El valor resultante de la resistencia se ha comparado con la correspondiente medición directa con un óhmetro, obteniéndose una concordancia muy buena.

REFERENCIAS

Aguilar-Marín P., Chavez-Bacilio M., and Jáuregui-Rosas S. (2018). Using analog instruments in Tracker video-based experiments to understand the phenomena of electricity and magnetism in physics education. *Eur. J. Phys.* 39, 035204.

Groff J. R. (2019). Estimating RC Time Constants Using Sound. *Phys. Teach.* 57, 393-396.

Pili U., Violanda R., and Pili J. (2019). Using a digital voltmeter and a smartphone camera to investigate the RC circuit. *Phys. Educ.* 54, 033004.

Staacks S., Hütz S., Heinke H. and Stampfer C. (2018). Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox. *Phys. Educ.* 53, 045009.

Torriente-García I., Muñoz-Pérez F. M., Martí A C, Monteiro M, Castro-Palacio J C, Monsoriu J. A. (2023). Experimenting with RC and RL series circuits using smartphones as function generators and oscilloscopes. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 45, e20230143.

Torriente-García I., Martí A. C., Monteiro M., Stari C., Castro-Palacio J. C. and Monsoriu J. A. (2024). RLC series circuit made simple and portable with smartphones, *Phys. Educ.* 59, 015016.

Viera Software. (2020). Physics toolbox, downloaded from Google Play on 2-2-2024.

Westermann N, Staacks S, Heinke H, and Möhrke P 2022 Measuring the magnetic field of a low frequency LC-circuit with phyphox. *Phys. Educ.* 57, 065024.

TDAI O03 Preliminary study of neural network model to apply to a power historical data of a PV plant of 2.73 kW

Dorotea Dimitrova Angelova ^{1*}, Diego Carmona Fernández ², Manuel Calderón Godoy ², Miguel Ángel Jaramillo Morán ² and Juan Félix González González ¹,

¹Department of Applied Physics, Industrial Engineering School, University of Extremadura, Avenida de Elvas s/n, 06006 Badajoz, Spain; ddimitrova@unex.es

²Department of Electrical Engineering, Electronics and Automation, Industrial Engineering School, University of Extremadura, Avenida de Elvas s/n, 06006 Badajoz, Spain; dcarmona@unex.es (D.C.F.); calgodoy@unex.es (M.C.G.); miguel@unex.es (M.A.J.M.).

* Correspondence: ddimitrova@unex.es

Abstract

In line with the objectives proposed by the Spanish government to increase the generation of electricity from renewable sources and the advances in Industry 4.0, this work studies the application of digital twin technology to predict photovoltaic (PV) production, with the aim of optimizing the performance of such plants. For this purpose, the neural network model known as MLP (Multilayer Perceptron) is applied to historical data of PV power generated in a pilot plant of the E.II.II of the University of Extremadura.

Keywords: Renewable energies, Industry 4.0, Digital Twin, Photovoltaic installations.

Resumen

Con el objeto de alinearnos con los objetivos propuestos por el gobierno de España de aumentar la generación de electricidad a partir de fuentes renovables y los progresos en la Industria 4.0, en este trabajo se estudia la aplicación de la tecnología de Gemelo Digital para predecir la producción fotovoltaica (PV), con el objetivo de poder optimizar el rendimiento de dichas instalaciones. Para ello se utiliza el modelo de red neuronal conocido como MLP (Multilayer Perceptron) que se aplica a datos históricos de potencia PV generada en una planta piloto de la E.II.II de la Universidad de Extremadura.

Palabras clave: Energías renovables, Industria 4.0, Gemelo Digital, Instalaciones fotovoltaicas.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Actualmente el sector que mayores emisiones de CO produce a nivel mundial es el sector eléctrico. España tiene como objetivo para 2030 llegar a generar a partir de fuentes renovables el 74 % de la electricidad del país (Rosales-Asensio et al., 2024). Con el avance de la Industria 4.0 y la utilización de la tecnología de Gemelos Digitales (DT) se pueden simular distintos procesos o sistemas, lo que permite tomar mejores decisiones en cuanto a la gestión de la energía en los sistemas que lo producen. En concreto, en este trabajo nos centraremos en la producción de energía fotovoltaica. (PV). Son varios los estudios que utilizan la tecnología de Gemelos Digitales aplicada a dichas instalaciones, como se puede ver en (Angelova et al., 2024).

En este trabajo se estudia la predicción de potencia generada en la instalación PV de la Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz, de 2,73 kW de potencia pico, basándose en el concepto de Gemelo Digital de (Ramírez, 2023). Este modelo engloba la predicción de funcionamiento para detectar fallos en el propio sistema facilitando su mantenimiento, y poder así predecir la generación de energía de dicha instalación de forma que se pueda optimizar el

estudio del rendimiento lo que facilite poder tomar mejores decisiones en su gestión (Delussu et al., 2022), (Wang et al., 2023).

METODOLOGÍA

El DT desarrollado es una red neuronal de estructura muy simple pero que ha dado muy buenos resultados en problemas de regresión tales como el aquí planteado. Es el modelo conocido como Perceptrón Multicapa (MLP: Multilayer Perceptron). Esta es una estructura neuronal organizada en varias capas, cada una de las cuales está formada por un número determinado de neuronas (unidad de procesamiento) fijado de antemano por el usuario.

La primera capa del modelo MLP es la capa de entrada (datos proporcionados al modelo), seguida de una o varias capas ocultas. La última capa es la de salida, a través de la cual se obtiene la respuesta de la red. La capa o capas ocultas están formadas por diferente número de neuronas que calculan la suma ponderada de las entradas a las que se les suma un umbral de activación.

$$y_n = \Psi\left(\sum_{j=0}^n w_{ij}x_k + \theta_z\right) \quad (1)$$

En esta ecuación x_k representa la entrada k-esima de la neurona n-esima, w_{ij} representa la intensidad de las conexiones entre esta neurona y todas las demás de la capa anterior (pesos sinápticos). Por otro lado, y_k representa la salida de la neurona y θ_z representa el umbral de activación. En dicha ecuación $\Psi(\)$ representa la función activación neuronal que proporciona la salida. La red deberá ser entrenada antes de poder ser utilizada en la tarea para la que se diseña, en este caso predecir valores futuros de potencia producida a partir de valores pasados.

Se dispone de 2729 datos de valores de potencia reales de la instalación PV cuarto horarios. En la fase de entrenamiento se le proporcionan el 75 % de los datos totales y el 25 % restante se utiliza para validar los resultados. En el entrenamiento se compara la salida predicha con la que realmente se tenía que obtener. A partir de esa comprobación se obtiene un error, que se retropropaga por la red para modificar los valores de los pesos de tal forma que se minimice el error. A este proceso se le denomina Backpropagation.

Para comprobar la eficiencia de la red ya entrenada se le proporcionan los datos de validación para que prediga la evolución de la potencia generada. Estos valores se compararán con los que realmente habría que haber tenido y se calculará un error que permitirá medir la precisión de las predicciones realizadas. Para ello se ha utilizado en este trabajo el Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE: Main Absolute Percentage Error):

$$\text{MAPE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{Y[i] - Y_{pred}[i]}{Y[i]} \right| 100 \quad (2)$$

En este caso $Y[i]$ es el valor real, $Y_{pred}[i]$ el valor predicho y N el número de datos de validación.

RESULTADOS

La Red que se ha usado en este trabajo tiene 5 neuronas en la capa oculta y considera 5 datos anteriores. Se ha partido solo de los datos históricos de potencia real producida por la instalación PV, utilizando el modelo MLP (Perceptrón Multicapa) para hacer las predicciones de potencia PV generada. En la Fig. 1 se puede ver el resultado de las predicciones. Para poder observar mejor los resultados, en la Fig. 2 se muestran los 100 últimos datos de las predicciones. Los resultados obtenidos son razonablemente útiles, pero no todo lo preciso que se puede desear. El MAPE de las simulaciones es de un 7,62 %, es razonablemente bueno, pero susceptible de ser mejorado. Esto se debe a que como se puede ver en la Fig. 2, las predicciones son razonablemente buenas excepto en las horas en las que el sol está más alto (mayor altura solar), es decir, entre las 13:00 h y las 15:00 h aproximadamente. Los datos predichos no siguen

exactamente a los datos reales en estas horas.

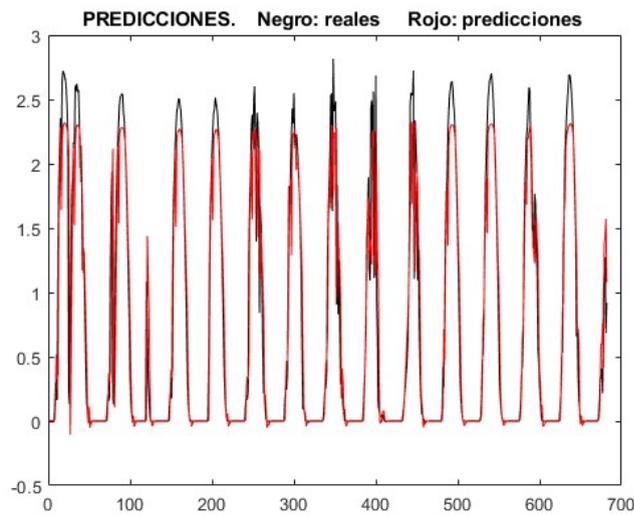


Fig. 1. Resultados de las predicciones del modelo MLP de la potencia PV de la instalación de 2,73 kW pico en la cubierta de la Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz.

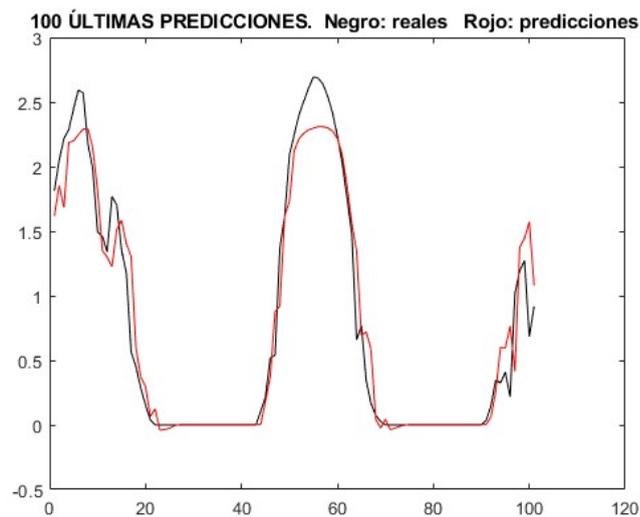


Figura 20. Resultados de los cien últimos datos de las predicciones del modelo MLP de la potencia PV de la instalación de 2,73 kW pico en la cubierta de la Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz.

CONCLUSIONES

Para mejorar el valor del MAPE, en siguiente trabajo se estudiarán y se tendrán en cuenta las variables meteorológicas que afectan a la producción de potencia PV. Además, se utilizarán más capas y se probará con otros modelos de red neuronal existentes. El objetivo será desarrollar un modelo de DT basado en modelos neuronales que permita predecir la potencia PV generada a corto plazo con el objetivo de poder tomar mejores decisiones a la hora de gestionar la energía PV.

REFERENCIAS

Angelova, D. D., Fernández, D. C., Godoy, M. C., Moreno, J. A. Á., & González, J. F. G. (2024). A Review on Digital Twins and Its Application in the Modeling of Photovoltaic Installations. In *Energies* (Vol. 17, Issue 5). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/en17051227>

Delussu, F., Manzione, D., Meo, R., Ottino, G., & Asare, M. (2022). Experiments and Comparison of Digital Twinning of Photovoltaic Panels by Machine Learning Models and a Cyber-Physical Model in Modelica. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 18(6), 4018–4028. <https://doi.org/10.1109/TII.2021.3108688>

Ramírez, M. (2023, December 21). Gemelos digitales: el camino hacia la transformación del sector industrial. *Técnica Industrial* 336, 6–7. <https://www.tecnicaindustrial.es/gemelos-digitales-el-camino-hacia-la-transformacion-del-sector-industrial/>

Rosales-Asensio, E., Díez, D. B., Cabrera, P., & Sarmiento, P. (2024). Effectiveness and efficiency of support schemes in promoting renewable energy sources in the Spanish electricity market. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2024.109926>

Wang, Y., Qi, Y., Li, J., Huan, L., Li, Y., Xie, B., & Wang, Y. (2023). The Wind and Photovoltaic Power Forecasting Method Based on Digital Twins. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/app13148374>

TDAI O04 IA en proyectos Arquitectónicos: El caso de la vivienda social

Julia Capomaggi, Lluís Ortega, Nil Brullet, Enrique Romero

^aUdG(julia.capomaggi@udg.edu), ^bUPC (lluis.ortega@upc.edu), ^cUPC (nil.brullet@brulletedeluna.com), ^dUPC (eromero@cs.upc.edu)

Abstract

The diverse research on the application of Artificial Intelligence in architectural projects currently has different tracks. One of them is the ability of algorithms to generate layouts in architectural plans. The following work explains an experiment using a database created from social housing competitions, training different models, and finally two surveys conducted with architects and architecture students that questions the quality of the floor plans and the ability to distinguish between synthetic plans generated artificially and plans created by humans.

Keywords: design methodology, architectural design, database, machine learning

Resumen

La diversidad de investigación sobre la aplicación de la Inteligencia Artificial en Proyectos Arquitectónicos tiene, actualmente, diferentes aproximaciones. Una de ellas, es la capacidad de los algoritmos de generar distribuciones en plantas arquitectónicas. El siguiente trabajo explica un experimento realizado con Arquitectos y estudiantes de Arquitectura a partir de una base de datos realizada sobre concursos de vivienda social, un entrenamiento de diferentes modelos y finalmente dos encuestas a arquitectos y estudiantes de arquitectura en la que se cuestiona la calidad de las plantas y la capacidad de distinguir entre plantas sintéticas generadas artificialmente y plantas realizadas por humanos.

Palabras clave: metodologías de diseño, diseño arquitectónico, base de datos, machine learnign

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La emergencia de la inteligencia artificial generativa impacta en el diseño de proyectos arquitectónicos de diferentes maneras. En este trabajo presentamos dos ejemplos de aplicación, por un lado, la capacidad de resolver distribuciones de plantas de calidad y por otro la actualización conceptual que significa la utilización de bases de datos.

Algunos algoritmos permiten la generación automática de imágenes, como por ejemplo Dall-E, Midjourney y Stable Diffusion los cuales producen imágenes a través de prompts. Estos algoritmos usan múltiples información que puede ir desde conceptos arquitectónicos, geometría y materiales, a partir de los cuales generan imágenes rasterizadas que son una parte importante del proceso de proyecto. Estas pueden servir como motor de inicio o disparador de una idea que evoluciona con el desarrollo constructivo, material, escalar o normativo.

En este tipo de modelos, se pueden utilizar imágenes de naturaleza muy diversa, desde los tradicionales dibujos ortográficos que contiene información basada en la organización espacial y tipológica que pueden ser plantas, alzados, secciones, etc. hasta las fotografías que pueden incluir fachadas, ámbitos urbanos, datos o elementos arquitectónicos a través de los cuales el algoritmo puede identificar patrones y estilos, y replicarlos. En términos computacionales, esta instancia de simplificación puede ser redundante y poco relevante aplicado en contextos complejos. (Carpo, 2017)

El ejercicio de distribución y organización de espacios tiene en cuenta parámetros de diferentes índoles, tanto los patrones organizativos que tienen información sobre elementos

(nodos, píxeles, etc.) (Bauscher et al., 2024) como también la relación entre ellos.

El objetivo de este trabajo se basa en establecer dos cuestiones, por un lado, identificar cuál es el modelo que mejor funciona para generar plantas arquitectónicas de calidad y por otro indagar hasta qué punto los estudiantes de arquitectura y colectivo de arquitectos pueden distinguir una planta generada artificialmente de una humana.

El entrenamiento de la red neuronal y el aprendizaje humano tienen muchas similitudes. Los métodos de entrenamientos pueden traducirse en metodologías pedagógicas. Esto, puede representar un desafío en la p arquitectura, donde un proceso dinámico de interacción entre el diseñador y el diseño asegura la producción de proyectos a medida. (Khean et al., 2018)

Metodología

Este trabajo es parte de un proyecto de investigación financiado “*Machine learning en proyectos arquitectónicos*”. Caso de estudio: vivienda pública¹² (Carrera et al., 2023), que se centra en el diseño de una base de datos (PUBLICPLAN) a partir de las propuestas para concursos de arquitectura de vivienda social promovidos por agencias públicas en Cataluña e Islas Baleares y realizados en los últimos 3 años.

Con esta base de datos se realizan varios métodos de generación de distribuciones basados en datos y posteriormente, se realizan varias encuestas de las que han participado más de 200 arquitectos y estudiantes de arquitectura con el objetivo de comparar los diseños realizados por humanos y por la máquina y la calidad de las plantas generadas por los diferentes modelos de entrenamiento.

La construcción de la Base de datos

Los concursos de arquitectura de vivienda social son una parte relevante de la práctica arquitectónica en España. Cada convocatoria construye un archivo de proyectos de los cuales solo uno llega a construirse.

Los proyectos de vivienda social son extremadamente restrictivos. Parten de unas limitaciones económicas, legales y programáticas específicas, lo que permite entrenar modelos generativos de distribuciones basados en estos datos.

Para ello se diseñó una base de datos que consiste en el redibujo de las plantas de las viviendas. Cada planta es una imagen de 256x256 con cuatro canales. El canal 0 contiene la información del perímetro, el canal 1 contiene la información de los tipos de habitaciones, el canal 2 diferencia las habitaciones del mismo tipo, y el canal 3 es una máscara que diferencia interior de exterior.

Los modelos de generación automática

El primer modelo utiliza Graph2Plan (Hu et al., 2020), el cual convierte los dibujos de plantas en grafos y produce plantas a través de estos. El punto de partida se basa en extraer el perímetro de la planta y el grafo. Lo produce a través de GNN (Graph Neural Network) y CNN (Convolutional Neural Networks).

El segundo es el Deeplayout (Wu et al., 2019) que usa una lógica secuencial. Comienza con un perímetro en el cual ubica en la sala (living room) y, por a partir de una secuencia, distribuye las demás habitaciones de la vivienda y define muros divisorios.

El tercer modelo utiliza, Pix2Pix (P. Isola, 2017) que funciona a través de imagen, se basa en

¹² Esta investigación está financiada por el Estado en un programa R + D + I Retos de la Sociedad del Ministerio de Innovación de España. Ref. AEI/10.13039/501100011033.

el uso de GAN (Generative adversarial Network) el generador y el discriminador establecen un proceso iterativo a partir de un entrenamiento particular.

Los experimentos

¿Cuál es el mejor modelo para producir distribuciones arquitectónicas?

Una de las encuestas está diseñada para comparar los modelos de generación y evaluar cuáles distribuyen mejor una planta de vivienda de estas características. Figura 1

La encuesta consta de 4 plantas con el mismo perímetro y una entrada, y todos los modelos resuelven esta misma problemática. En total se diseñan 63 variaciones de 4 distribuciones y divididas en 3 cuestionarios de 21. Cada cuestionario fue testado con arquitectos y estudiantes. Cada planta tenía una puntuación (3 puntos las que estaban en 1.er lugar, 2 puntos las que estaban en 2.do lugar, y 1 punto las que estaban en 3.er lugar y 0 las que estaban en 4.to lugar).

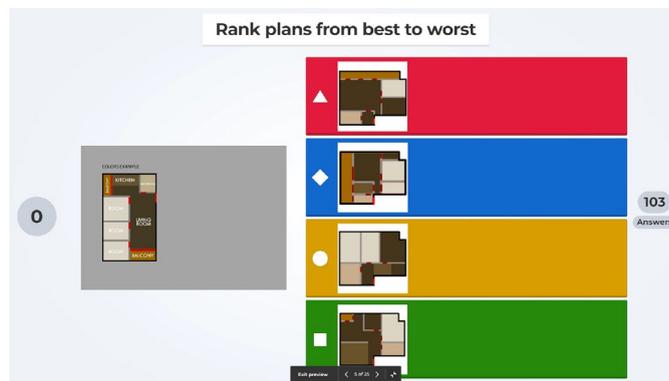


Figura 1: Ejemplo del cuestionario usado para establecer un ranking de las 4 plantas de peor a mejor. Todos los resultados de los diferentes modelos de entrenamiento están dibujados con el mismo código gráfico para hacer la comparación más precisa.

El segundo experimento se centra en la pregunta ¿Cuál de estas plantas está diseñada por humanos?.

La primera encuesta se realiza a través de la comparación de dos plantas, una generada por el modelo y la otra diseñada por un arquitecto. Expusimos un total de 15 pares de plantas, todas con idéntico formato, manteniendo el mismo código gráfico, escala y tipología. Figura 2

Este test se realizó con estudiantes de arquitectura de grados superiores de 6 universidades diferentes (ETSAM, ETSAV,ETSAB, UA, UdG y Norman Foster Foundation) . Lo realizaron un total de 154. Los estudiantes participantes cursan los últimos años de la carrera de grado o Máster y han desarrollado un año de proyectos especializado en vivienda que suelen ser muy similares a las bases de los concursos de vivienda social.

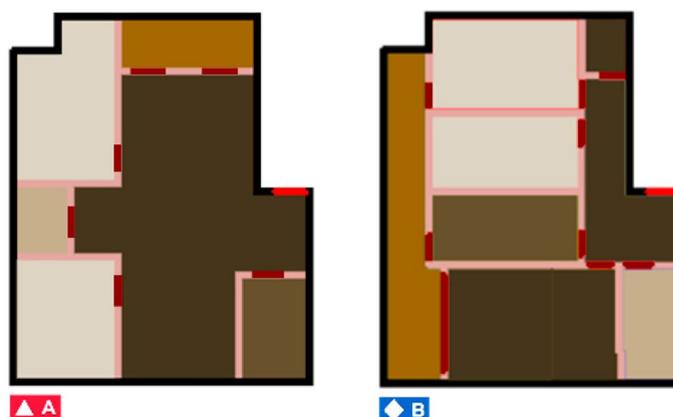


Figura 2. Ejemplo de una pareja de plantas del experimento. Una fue diseñada por un humano y la otra por una máquina.

Los resultados de las encuestas exponen que hasta un 48% de las plantas realizadas por el algoritmo, estaban consideradas como hechas por humanos por los estudiantes consultados.

Resultados

El primer experimento, que compara los 3 modelos (Graph2Plan, *Deeplayout* y Pix2Pix) permite ver que el modelo generado por *Deeplayout* es el que mejores variaciones produce a partir de la base de datos (PUBLIC PLAN).

El segundo experimento demostró que las plantas generadas con nuestro modelo se asemejan a las creadas por humanos. El 48.43% de las plantas generadas por la máquina fueron identificadas como realizadas por humanos.

Conclusiones

Con el objetivo de obtener resultados y comparar los modelos, se produce una base de datos (PUBLICPLAN) que consiste en 2446 plantas redibujadas y codificadas extraídas de los proyectos presentados a concursos de vivienda pública en España. La comparación de los 3 modelos de aprendizaje revela que el *Deeplayout* es el que produce plantas de mayor calidad. El experimento incluye diferentes encuestas en la que participan tanto arquitectos especializados en este tipo de concursos como estudiantes de arquitectura. La comparación entre las plantas automáticamente generadas y las producidas por humanos muestran una calidad similar.

En el aprendizaje universitario de proyectos arquitectónicos, estos experimentos tienen un doble objetivo pedagógico:

Por un lado, el estudiante debe hacer de crítico, y establecer criterios para identificar las plantas que tienen mayor calidad y justificar la decisión. Lo que implica un conocimiento previo del tema y de las estrategias de distribución.

Por otro, comprende la importancia de la implicación en la generación y diseño de las bases de datos y el entrenamiento como forma de establecer criterios que afectan en el diseño final.

REFERENCIAS

Bauscher, E., Dai, A., Elshani, D., & Wortmann, T. (2024). LEARNING AND GENERATING SPATIAL CONCEPTS OF MODERNIST ARCHITECTURE VIA GRAPH MACHINE LEARNING. *CAADRIA*. Hong kong.

Carpo, M. (2017). *The second digital turn*. MIT Press.

Carrera, L., Brullet, N., Capomaggi, J., Santacana, A., Devesa, R., Guillem, R., . . . Ortega, L. (2023). The impact of architecturally qualified data in deep learning methods for the automatic generation of social housing layouts. *Automation in Construction*.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105238>

El Croquis 2019. IBAVI 2019-2023. Una investigación colectiva. . (2023). El Croquis.

Hu, R., Huang Zeyu, T. Y., Kaick, V. O., & Zuang, H. (2020). Graph2Plan: learning floorplan generation from layout graphs. *AMC Transaction on Graphics*, 39, 1-14.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3386569.3392391>

Khean, N., Fabbri, A., & Hank, H. M. (2018). Learning Machine Learning as an Architect, How to? *eCAADe Computing for a better tomorrow*. Łódź: eCAADe (Education and Research in Computer Aided Architectural Design in.

Wu, W., Ru, X. M., Tang, R., & Yuhang, W. (2019). Data-driven interior plan generation for residential buildings. *ACM Transactions on Graphics*, 38, 1-12.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3355089.3356556>

Agradecemos a Impsol, Incasol e IBAVI el acceso a los concursos organizados por estas entidades.

Pósteres

TDAI P01 Estudio del interferómetro de Michelson mediante un laboratorio virtual

Francisco M. Muñoz-Pérez^{a,b,*}, J. Gabriel Ortega-Mendoza^c, Adrián Garmendía-Martínez^a y Juan A. Monsoriu^a

^a Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, 46022 València, España.

^b Institut Universitari de Ciència dels Materials (ICMUV), Universitat de València, 46100, Burjassot, España.

^c Laboratorio de Fibra Óptica, Universidad Politécnica de Tulancingo, Hidalgo, México

*fmmuope1@upvnet.upv

Abstract

We present a virtual laboratory developed in MATLAB software designed for the study of light interference through a Michelson interferometer. For this purpose, a graphical user interface has been designed to allow physics and optics students to explore different virtual experiments by modifying input parameters such as the wavelength or the intensity of each interference beam. The goal is to provide an interactive platform that facilitates the understanding of key concepts, such as the optical path difference, the relationship between wavelength and separation between interference fringes. In addition, it offers visualization tools characteristic of the interference pattern, thus strengthening the ability to interpret real phenomena.

Keywords: Interference, Michelson, virtual laboratory, graphical user interface.

Resumen

Presentamos un laboratorio virtual desarrollado en el software MATLAB diseñado para el estudio de la interferencia de la luz a través de un interferómetro de Michelson. Para este objetivo se ha diseñado una interfaz gráfica de usuario que permite a estudiantes de física y óptica explorar diferentes experimentos virtuales a través de modificar parámetros de entrada como la longitud de onda o la intensidad de cada haz de interferencia. El objetivo es proporcionar una plataforma interactiva que facilite la comprensión de conceptos clave, como la diferencia de camino óptico, la relación entre longitud de onda y separación entre franjas de interferencia. Además, ofrece herramientas de visualización características del patrón de interferencia, fortaleciendo así la capacidad de interpretación de fenómenos reales.

Palabras clave: Interferencia, Michelson, laboratorio virtual, interfaz gráfica.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La enseñanza de temas científicos a través de entornos virtuales ha surgido como una herramienta poderosa para ofrecer a los estudiantes la oportunidad de aprender de manera interactiva y práctica [1,2]. Al permitirles interactuar con laboratorios virtuales y explorar diferentes configuraciones, se facilita la comprensión de conceptos científicos y el análisis rápido de resultados, promoviendo un aprendizaje más profundo y significativo [3].

La interferencia de la luz es un fenómeno fascinante que ocurre cuando dos o más ondas se superponen, creando máximos y mínimos de intensidad llamadas franjas de interferencia. Este fenómeno, fundamental en campos que abarcan desde la óptica hasta la física cuántica, ha sido ampliamente estudiado y aplicado en numerosos experimentos [4]. Entre los dispositivos más destacados para su exploración se encuentra el interferómetro de Michelson, concebido por Albert A. Michelson a finales del siglo XIX. Este dispositivo, esencial en la investigación óptica, ha sido utilizado en una amplia gama de aplicaciones, desde la

determinación de la velocidad de la luz hasta la detección de ondas gravitacionales, gracias a su versatilidad y precisión [5,6].

En este contexto, presentamos un laboratorio virtual para el estudio de la interferencia de la luz mediante un interferómetro de Michelson. A través de una interfaz gráfica de usuario desarrollada en MATLAB [7], los estudiantes pueden investigar el fenómeno de interferencia, analizar la dependencia del patrón de interferencia con los parámetros de entrada como longitud de onda, explorar la diferencia de camino óptico y examinar la coherencia entre los haces de luz. Este recurso busca enriquecer la comprensión de este concepto de la física a través de un laboratorio virtual, ofreciendo una experiencia educativa interactiva y práctica.

METODOLOGÍA

El empleo de laboratorios virtuales para la enseñanza de conceptos de diversas disciplinas científicas ha tomado relevancia debido a las ventajas que ofrece. Permite a los estudiantes un acercamiento práctico a partir de un escenario digital. Los laboratorios virtuales flexibilizan el proceso de enseñanza al permitir a los estudiantes simular distintos escenarios con diferentes combinaciones de parámetros de forma controlada. Este trabajo presenta la creación de un laboratorio virtual desarrollado en el software MATLAB para la simulación de interferencia de la luz a través de un interferómetro de Michelson (ver Figura 1) [8]. El laboratorio virtual cuenta con dos secciones, una sección de parámetros de entrada y una de resultados. Ambas secciones son explicadas a continuación.

Parámetros de entrada

El laboratorio virtual permite al estudiante modificar cuatro parámetros a través de un deslizador asignado a cada uno de ellos. La subsección A_1 consta de dos deslizadores que permiten modificar la intensidad de cada brazo del interferómetro, I_1 y I_2 . La interfaz de usuario también permite modificar la diferencia de distancia (Δd) entre las fuentes virtuales generadas por el interferómetro en un rango entre 0 y 1000 μm (A_2). El tercer parámetro de entrada es la longitud de onda (λ), el cual puede ser modificado en un rango de valores de 380 a 740 nm (A_3).

Parámetros de salida

Como se muestra en la Figura 1, el laboratorio virtual cuenta con una sección donde se muestran en tiempo real los resultados simulados a partir de los parámetros de entrada. Esta consta de un gráfico de intensidad normalizada a través de un corte transversal (B_1) y una imagen del patrón de interferencia de franjas circulares (B_2).

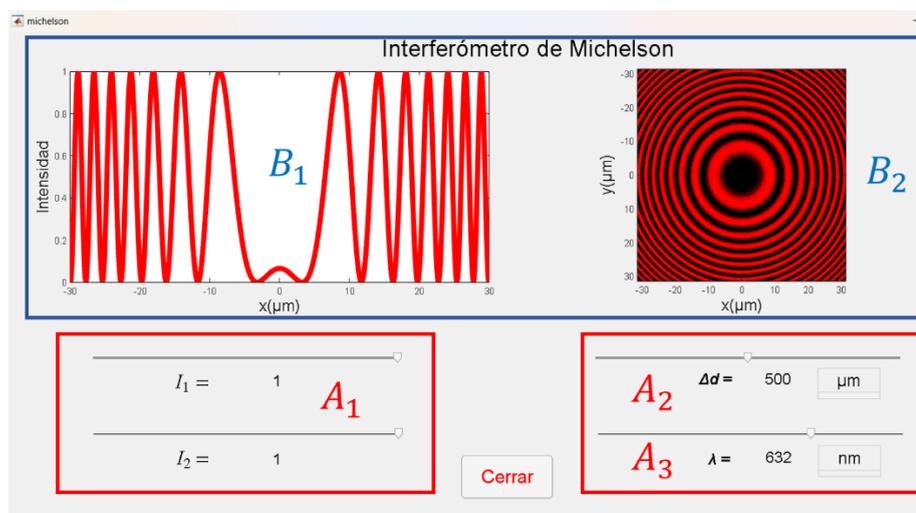


Figura 1. Laboratorio virtual propuesto para el estudio del interferómetro de Michelson.

RESULTADOS

A continuación, se muestran algunos resultados prácticos obtenidos a través del laboratorio virtual. El primer caso que se muestra es la variación de la longitud de onda λ para

una diferencia de distancia de las fuentes virtuales constante ($\Delta d = 167 \mu\text{m}$). Como se puede observar en la Figura 2, al modificar la λ el patrón de interferencia sufre un cambio. Al disminuir, el número de franjas circulares de interferencia aumenta mostrando un incremento de intensidad en el orden central. Otro experimento que los estudiantes pueden plantearse es ahora modificar Δd para una λ constante. Observando que contrario al primer caso planteado, al disminuir la Δd , las franjas circulares de interferencia que se observan decrecen.

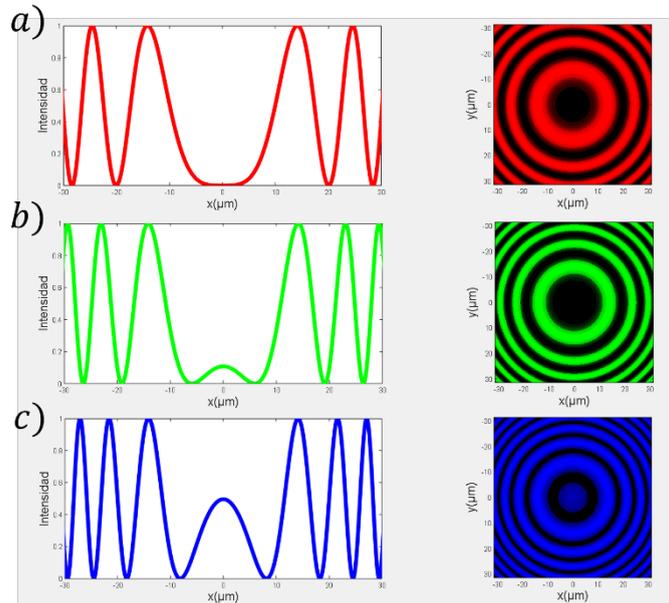


Figura 2. Patrón de interferencia para $\Delta d = 167 \mu\text{m}$ y tres diferentes longitudes de onda λ . a) 674 nm, b) 551 nm y c) 446 nm.

Otro ejemplo de la aplicación del laboratorio virtual es el caso donde uno de los brazos del interferómetro es obstruido. Esto se traduce en colocar un valor de intensidad igual a cero. Como se puede observar en la Figura 3, al simular el caso donde $I_1 = 0$ e $I_2 = 1$, el resultado es un patrón constante de intensidad. Este caso permite al estudiante comprobar, que al no existir dos haces coherentes superponiéndose, no es posible observar un patrón de interferencia. Los casos mostrados anteriormente, son algunos de los experimentos virtuales posibles, sin embargo, el laboratorio virtual permite al estudiante simular diferentes escenarios al modificar los parámetros de entrada.

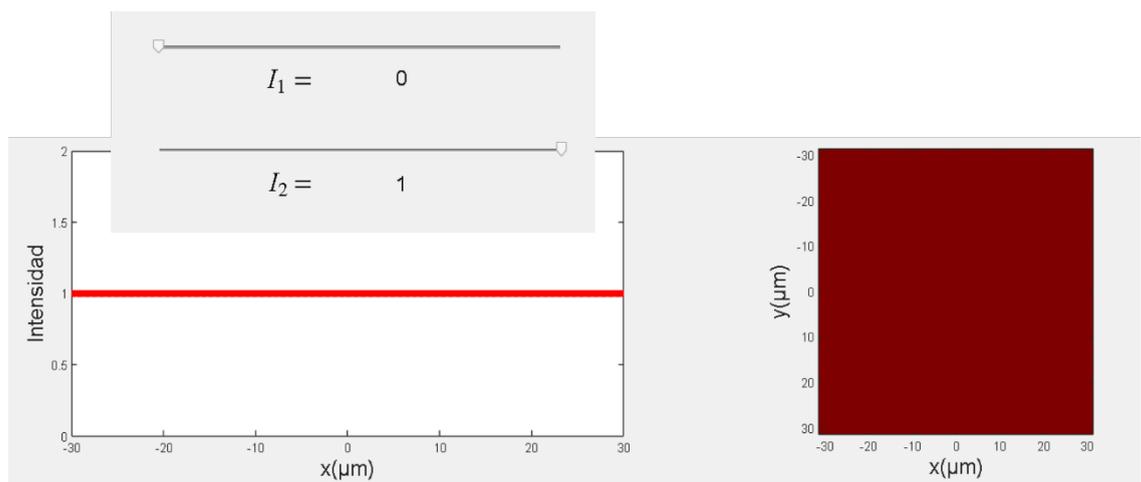


Figura 3. Simulación de un solo haz a través del laboratorio virtual para una $\lambda = 632 \text{ nm}$.

CONCLUSIONES

Se presenta un nuevo laboratorio virtual diseñado para el estudio del concepto de

interferencia producido por un interferómetro de Michelson. Los ejemplos presentados en este manuscrito he implementados en el laboratorio virtual ofrecen la oportunidad a los estudiantes de simular diferentes experimentos relacionados con un interferómetro de Michelson. Esto les permite observar los resultados en tiempo real al modificar los parámetros como longitud de onda o distancia entre las fuentes virtuales. Este laboratorio virtual es un recurso educativo para al estudio de la interferencia de la luz para estudiantes de las asignaturas de física. La interfaz de usuario del laboratorio virtual ha sido diseñada para permitir a los estudiantes realizar análisis rápidos y modificar los parámetros de manera interactiva. Esto les brinda la posibilidad de comprobar y experimentar con los conceptos teóricos discutidos en el aula, fomentando así una comprensión más profunda y práctica de los principios de interferencia de la luz.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2019-107391RB-I00) y por la Generalitat Valenciana (CIPROM/2022/30), España. A.G.M también agradece el apoyo financiero de la Generalitat Valenciana (GRISOLIAP/2021/121), España. Los autores agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València, España, su apoyo al grupo de innovación docente MSEL.

REFERENCIAS

- [1] Steinberg, R. N. (2000). Computers in teaching science: To simulate or not to simulate?. *Am. J. Phys.* 68 (S1): S37–S41. <https://doi.org/10.1119/1.19517>
- [2] Depcik, C. y Assanis, D.N. (2005), Graphical user interfaces in an engineering educational environment. *Comput. Appl. Eng. Educ.*, 13: 48-59. <https://doi.org/10.1002/cae.20029>
- [3] Vidaurre, A., Riera, J., Giménez, M.H. and Monsoriu, J.A. (2002), Contribution of digital simulation in visualizing physics processes. *Comput. Appl. Eng. Educ.*, 10: 45-49. <https://doi.org/10.1002/cae.10016>.
- [4] Andrews, C. L. (1960). *Optics of the Electromagnetic Spectrum*. Prentice-Hall, 1960.
- [5] Hecht, E. (1998). *Optics*, 3rd. Addison-Wesley.
- [6] Guenther, R. D. (1990). *Modern Optics*. Wiley.
- [7] Matlab r2008a user's guide. the mathworks, The Mathworks, INC. , INC. Natick, MA.USA., 2008.
- [8] GUI Matlab (29 de febrero de 2024) <https://es.mathworks.com/discovery/matlab-gui.html>,

TDAI P02 Digitalización de la gestión documental en la ETS de Ingenieros Industriales de la UNED

Jorge Ayllón-Pérez^a, Cristina González-Gaya^b, María Villena-Escribano^c, Eduardo Salete Casino^d, Clara Pérez-Molina^e y Estibalitz Durand-Cartagena^f

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Juan del Rosal 12, Madrid 28040: ^ajorge.ayllon@ind.uned.es, ^bcggaya@ind.uned.es, ^cmwillena@ind.uned.es, ^desalete@ind.uned.es, ^eclarapm@ieec.uned.es, ^fedurand@ind.uned.es.

Abstract

The digital transformation in higher education is crucial to improve the efficiency of academic and administrative processes. Digitalization addresses challenges such as the increasing number of documents, the need for remote access and the demand for collaborative tools. This paper highlights the need to digitalize the document management of the ETSIND of the UNED to optimize and streamline management processes, facilitating decision making.

Keywords: Digitalization, Cloud Management, ECTS recognition, Final Degree Project.

Resumen

La transformación digital en la educación superior es crucial para mejorar la eficiencia de los procesos académicos y administrativos. La digitalización aborda desafíos como la cantidad creciente de documentos, la necesidad de acceso remoto y la demanda de herramientas colaborativas. En este trabajo se destaca la necesidad de digitalizar la gestión documental de la ETSIND de la UNED para optimizar y agilizar los procesos de gestión, facilitando la toma de decisiones.

Palabras clave: Digitalización, Gestión en la nube, Reconocimiento de créditos, Trabajo fin de grado.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La transformación digital ha impactado profundamente en todos los ámbitos de la sociedad, y la educación superior no es una excepción. En este contexto de la revolución digital en la educación, la gestión documental se erige como un pilar fundamental para el flujo eficiente de información en instituciones académicas, como la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSIIND) de la UNED. Por ello, la digitalización de esta gestión se presenta como una necesidad ineludible.

El contexto actual presenta una serie de desafíos que evidencian la necesidad de digitalizar los procesos documentales. Entre ellos se encuentran la creciente cantidad de documentos administrativos y académicos, la necesidad de acceso remoto y seguro a la información (incrementada a raíz de la implementación del teletrabajo), y la demanda por parte de estudiantes y docentes de herramientas que faciliten la colaboración y la transparencia. La gestión documental tradicional basada en papel no solo es ineficiente y costosa, sino que también implica riesgos significativos de pérdida y deterioro de información crucial. Así mismo, las incursiones previas en la digitalización documental se vienen realizando sin establecer un sistema coordinado y optimizado de la información, basándose únicamente en la reproducción de los documentos existentes a formato digital y surgiendo en la mayoría de los casos por iniciativa de cada sección administrativa para resolver sus necesidades particulares, pero manteniendo una fuerte carga de trabajo manual. Esto ha conducido tradicionalmente a una cierta desorganización y problemas de localización de la información, llegando a mantener duplicidades que en muchos casos se encuentra desactualizadas.

El presente trabajo surge como respuesta a los desafíos actuales que enfrenta la educación superior en el ámbito de la ingeniería industrial. Para ello, se busca no solo abordar los problemas específicos relacionados con la gestión documental, sino también sentar las bases para una transformación digital integral que impulse la excelencia académica, la innovación pedagógica y la sostenibilidad del entorno educativo. La transición hacia un modelo digital de gestión documental no solo responde a la necesidad de modernización, sino que también busca optimizar la eficiencia administrativa y académica. Al mismo tiempo, promueve la accesibilidad y la trazabilidad de la información académica, lo que permite fomentar la colaboración y transparencia en el entorno educativo y, en consecuencia, potenciar la toma de decisiones informadas y la generación de conocimiento en la comunidad educativa. En este panorama no debe olvidarse de la capacitación del personal en el uso de estas nuevas herramientas, ya que la formación del personal es un componente esencial para asegurar una adopción exitosa, con mínima oposición y un uso adecuado del nuevo sistema.

En resumen, este trabajo de innovación docente se propone como una iniciativa estratégica para impulsar la modernización y la eficiencia en la gestión documental de la ETSIIND de la UNED. Se espera que la digitalización de estos procesos mediante la integración de tecnologías avanzadas, como la gestión en la nube, no solo mejora la calidad y la accesibilidad de la información, sino que también fortalece la capacidad de la institución para adaptarse a los desafíos del entorno educativo actual y futuro.

El proyecto en el que se engloba este trabajo se encuadra en la línea de acciones que la ETSIIND de la UNED viene realizando para la mejora de procedimientos internos y la prevención del abandono de los estudios. En concreto se abordan los objetivos específicos relacionados con la “simplificación y mejora de los procedimientos internos” y la “optimización de recursos para una mejor labor docente y el diseño”. Con esta situación en mente, en el presente trabajo se establece como objetivo el desarrollo de mejoras que, mediante la actualización digital de los procedimientos, modernicen las gestiones administrativas y organizativas para lograr una mayor agilidad y trazabilidad.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Tras realizar un análisis preliminar de la problemática y dificultades en la gestión documental de las diversas secciones de la ETSIIND, se han detectado 3 puntos con fuertes necesidades y poca resistencia a la implementación de medidas por parte de los actores principales. Así, la modificación de los procedimientos administrativos sobre la base de la transformación digital puede incrementar notablemente la eficiencia en su ejecución. De este modo, se ha actuado en 3 áreas: Reconocimiento de Créditos, Trabajos Fin de Grado (TFG) y de Máster (TFM); y Documentación de Órganos de Gobierno y Gestión.

CASO 1: Gestión de la documentación de Convalidaciones de Créditos.

Las particularidades y procedencias de origen de los estudiantes de la UNED se materializan en un gran número de solicitudes de reconocimiento de créditos Fig. 1. Muchos de ellos provienen de estudios ya iniciados en otras universidades o con titulaciones ya obtenidas, y que, por circunstancias personales, optan por continuar sus estudios o formación bajo modalidad a distancia. Esto conduce a la existencia de numerosas titulaciones de origen y, en consecuencia, una considerable cantidad de asignaturas y temarios posiblemente convalidables con las asignaturas impartidas en los 5 grados de la ETSIIND de la UNED. Esta situación hace que sea muy difícil centralizar el procedimiento de resolución en un equipo reducido dada la carga de trabajo y la necesidad de conocimientos especializados en la docencia de numerosas áreas, algo muy complicado, Tabla 1.

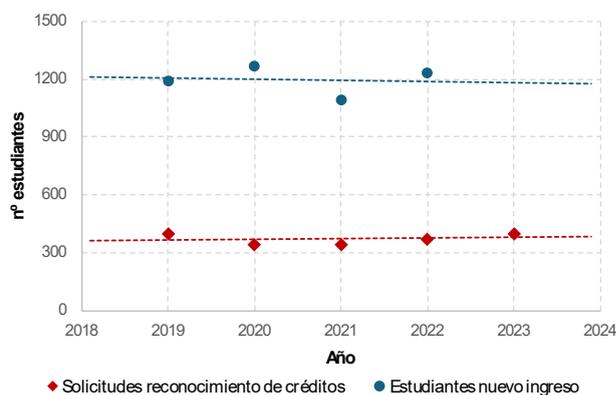


Fig. 8. Evolución del número de solicitudes de reconocimiento de créditos en los 5 últimos cursos

Tabla 4. Departamentos y áreas que intervienen en la docencia de la ETSIIND de la UNED (*externos a la escuela).

Departamento	Áreas
Matemática Aplicada	1
Mecánica	3
Ing. Eléctrica, Electrónica, Control, Telemática y Química aplicada a la ingeniería	5
Ing. Energética	2
Ing. De Construcción y Fabricación	6
Lenguajes y Sistemas Informáticos*	1
Organización de Empresas*	1
Sistemas de Comunicación y Control*	1

Por ello, al ser habituales las solicitudes grados y planes de estudio muy amplios, la realización de tablas de convalidaciones preestablecidas requiere de un considerable esfuerzo y datos históricos amplios, que en muchos casos no es sencillo registrar y mantener actualizados. Ante este panorama se ha desarrollado un equipo multidisciplinar, formado por un miembro del personal docente de cada una de las áreas y coordinado por el personal de administración responsable de los reconocimientos de créditos. Para ello, se ha establecido un sistema basado en la gestión documental en la nube dentro de la plataforma empresarial común, facilitando de este modo el trabajo colaborativo y coordinando. El sistema se encuentra dividido por carpetas para cada grado impartido y estudiante solicitante, y cuenta con tres tipos de documentos clave que se registran en la misma plataforma, facilitando la actualización del procedimiento y permitiendo a todos los miembros el acceso a la documentación actualiza, Fig. 2.

- *Hoja de registro de reconocimientos asignados y completados*: para cada estudiante se detalla la necesidad de actuación de cada miembro evaluador. Tras completar el reconocimiento de las asignaturas asignadas, cada miembro marca el fin de su actuación. De este modo, se tiene un registro del estado actual de cada solicitud.
- *Formularios de aceptación o denegación*: Cada miembro cumplimenta el formulario de solicitud del estudiante con la resolución estimada. Posteriormente, el personal de administración unifica toda la información y emite el acta final.
- *Documentación de consulta para la evaluación*: guías docentes de las asignaturas de origen y otra documentación adicional.

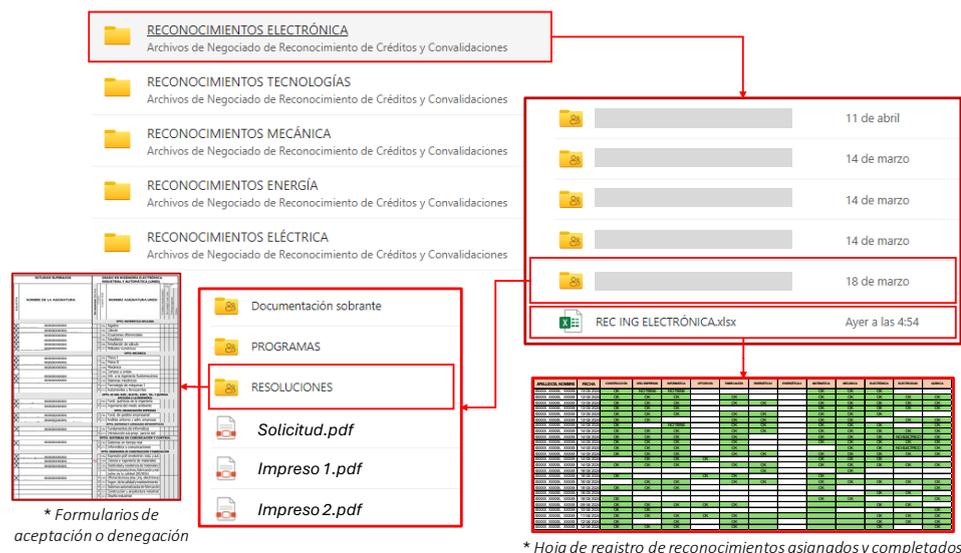


Fig. 9. Organización digital del sistema de gestión de los reconocimientos de créditos

Cabe destacar que, a partir de la experiencia de este primer curso académico, se ha comenzado a desarrollar una aplicación que integre y mejore toda esta gestión documental en la nube con visualización de documentación online y una base de datos de los reconocimientos realizados, de modo que se agilicen los reconocimientos y se vaya construyendo y actualizando un registro lo más completo posible. Además, la integración de un formulario común donde se registren de forma conjunta la aceptación o denegación de todos reconocimientos solicitados por el estudiante reducirá la carga de trabajo del personal de administración y servicios para la emisión del acta, reduciendo los tiempos de espera a la resolución.

Con la mejora del sistema de reconocimiento de créditos y la creación del equipo multidisciplinar, durante el curso académico 2023/2024 se ha constatado una reducción en los tiempos de resolución de las solicitudes y se espera un menor número de reclamaciones por parte de los estudiantes.

CASO 2: Gestión de la documentación de TFG y TFM

Actualmente en la ETSIIND se cuenta con una oferta académica formada por 5 Grados, 2 Microgrados, 7 Másteres y 1 Micromáster, *Tabla 2*, así como diversos Cursos de Formación Permanente. A ello debe unirse la existencia de procedimientos administrativos y documentación particular para cada titulación, adaptados a sus particularidades, requisitos y normativa. Además, estos son gestionados por los coordinadores o el negociado de apoyo a la docencia e investigación (ADI) según la titulación. Este hecho es especialmente significativo en el caso de los 7 estudios de máster. Esto conduce a una importante carga de trabajo administrativo relacionado con la gestión de los TFG y TFM, y cierta incertidumbre en la organización de los correspondientes procedimientos de defensa.

Ante esta coyuntura la centralización y unificación digital de los procedimientos relacionados con la defensa de los diversos trabajos fin de estudios permite agilizar los tiempos y optimizar los recursos e instalaciones disponibles en la ETSIIND, especialmente dada la variabilidad de trabajos tramitados en cada convocatoria y las distintas modalidades de defensa (presencial y telemática). Para ello se ha creado un sistema digital centralizado de gestión de las salas de defensa, en el que el negociado de ADI y los coordinadores académicos, en un trabajo coordinado, son los responsables de reservar las salas de defensa, particionar el horario y asigna la fecha de defensa indistintamente de la titulación. A partir de esta información, el sistema se encarga de constituir el tribunal de evaluación, enviar toda la documentación y generar automáticamente las actas necesarias para la evaluación durante la defensa.

Tabla 5. Oferta académica de la ETSIIND (remarcadas las titulaciones con TFG o TFM)

GRADOS	Ingeniería Mecánica
	Ingeniería Eléctrica
	Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática
	Ingeniería en Tecnologías Industriales
	Ingeniería de la Energía
MICROGRADO	Fundamentos de Ingenierías Sostenibles
	Electrónica y Automática Industrial
MÁSTER	Ingeniería Industrial
	Ingeniería Avanzada de Fabricación
	Investigación en Tecnologías Industriales
	Sistemas Electrónicos de Información y Comunicación
	Industria Conectada
	Investigación Eléctrica, Electrónica y Control Industrial
MICROMÁSTER	Ingeniería del Diseño
	Internet de las cosas

CASO 3: Gestión de la documentación de Órganos de Gobierno y Gestión.

Con el fin de facilitar y centralizar la gestión de la documentación correspondiente a los distintos órganos de la escuela, se ha creado un sistema de información basado en carpetas dentro de la plataforma digital de la UNED (aLF), Fig. 3. De este modo, la información se encuentra fácilmente accesible para todos los miembros de los distintos órganos y comisiones delegadas de la ETSIIND. Así, con la implementación de este sistema, se está comprobando una mayor facilidad y agilidad en la resolución y aprobación de los diferentes trámites. A su vez, este sistema está permitiendo configurar un histórico de documentación que permite mejorar la trazabilidad de los acuerdos y modificaciones llevadas a cabo en los sucesivos cursos académicos.

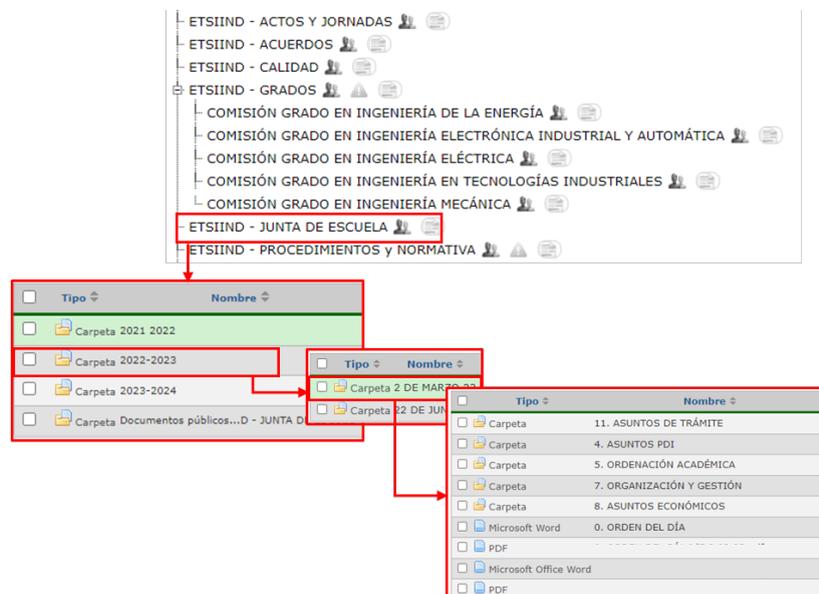


Fig. 10. Sistema digital para la gestión documental de la ETSIIND

CONCLUSIONES

El presente estudio se enfoca en la transformación digital de la gestión documental en la ETSIIND de la UNED, proponiendo mejoras significativas en la eficiencia administrativa y académica. La implementación y mejora de un sistema coordinado y optimizado de información, junto con la capacitación del personal, es crucial para una adopción exitosa de las nuevas tecnologías, fortaleciendo la capacidad de adaptación de la institución a los desafíos presentes y futuros. Específicamente se realiza un análisis de los procedimientos y la identificación de áreas clave para una intervención digital inicial en base a unas perspectivas de aplicación exitosa. Los resultados preliminares van encaminados a un notable incremento en la eficiencia, reducción de tiempos de gestión y trazabilidad de los procesos documentales, abordándose concretamente las gestiones relativas a la convalidación de créditos, trabajos fin de grado y máster, y documentación de órganos de gobierno y gestión.

Estos casos constituyen una primera línea de actuación en la digitalización interna de la ETSIIND de la UNED, especialmente en aquellas líneas con un importante volumen de trabajo debido a las particularidades de los estudiantes. En un futuro, estas mejoras podrán hacerse extensivas a otros procedimientos con mayores dificultades particulares de implantación y/o continuar en las líneas propuestas mediante la implantación de tecnologías más avanzadas como el reconocimiento óptico de caracteres (OCR), la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático que permitan agilizar aún los procedimientos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado gracias al Proyecto Institucional para la mejora de la calidad docente: “Enfoque integral de mejor de la información y comunicación en Grados de INgEiería Industrial (ENGINE)” del plan propio de la UNED, en la convocatoria 2023-2024.

