

XXVIII Congreso Nacional CUIEET

**Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas
Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén (EIMIA) UCLM**

**Julio Alberto López Gómez - Victoriano Fernández Vázquez
(coords.)**



LIBRO DE ACTAS

XXVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa
en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2021)

Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén (EIMIA)

Universidad de Castilla-La Mancha (EIMIA)

8 - 10 de septiembre de 2021

XXVIII Congreso Nacional CUIEET

Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Julio Alberto López Gómez - Victoriano Fernández Vázquez

Coordinadores



Ediciones de la Universidad
de Castilla-La Mancha

Cuenca, 2025

Organizan:



Escuela de Ingeniería
Minera e Industrial
Almadén

Universidad de Castilla-La Mancha



Universidad de
Castilla-La Mancha

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



CONFERENCIA DE DIRECTORES
DE ESCUELAS DE INGENIERÍA
DE ÁMBITO INDUSTRIAL

XXVIII Congreso Nacional CUIETT (2021)

- © de los textos: sus autores, 2021.
- © de las imágenes: sus autores, 2021.
- © de la edición: Universidad de Castilla-La Mancha, 2025.

Edita: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2025.

Colección JORNADAS Y CONGRESOS n.º 42.



UNIÓN DE
EDITORIALES
UNIVERSITARIAS
ESPAÑOLAS

Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional.

DOI: https://doi.org/10.18239/jornadas_2025.42.00

ISBN: 978-84-9044-706-2

ISNI: 0000000506819532 (Ediciones UCLM)

ISSN: 2697-049X (Colección Jornadas y congresos)

Este original fue sometido al proceso de selección del Comité Editorial del sello Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha que valoró positivamente su publicación. La evaluación por pares ciegos ha sido competencia del comité científico del I Encuentro UCLM de Jóvenes Investigadores en Historia del Arte. Este libro está publicado en Acceso Abierto (ruta diamante) en el Repositorio Institucional RUIdeRA, handle: <https://hdl.handle.net/10578/41732>



DIRECTORY
OF OPEN ACCESS
SCHOLARLY
RESOURCES



Esta obra se encuentra bajo una licencia internacional Creative Commons CC BY 4.0.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra no incluida en la licencia Creative Commons CC BY 4.0 solo puede ser realizada con la autorización expresa de los titulares, salvo excepción prevista por la ley. Puede Vd. acceder al texto completo de la licencia en este enlace: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

Composición: Compobell, S.L.

Hecho en España (U.E.) – *Made in Spain (E.U.)*

ÍNDICE

Presentación	11
Comités.....	13
Programa del congreso.	19
Contribuciones	23
Ponencias.....	29
CALIDAD Y EVALUACIÓN DE LA DOCENCIA UNIVERSITARIA.....	31
Análisis de adquisición de competencias mediante la evaluación continua en una titulación de ámbito tecnológico. Perspectiva de género	33
Utilización Metodológica de la ludificación en una materia de ámbito técnico. Experiencia piloto durante la pandemia del SARS-CoV-2.....	41
Desarrollo de competencias del profesor universitario de ingeniería en tiempos de Covid 19	49
Sistema de Seguimiento de la Formación en MOOC – Oportunidad de mejora	57
CONEXIÓN ENTRE LAS ENSEÑANZAS MEDIAS Y LA UNIVERSIDAD .	65
El proyecto Formula Student como puente entre la Formación Profesional y la Universidad	67
DESARROLLO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES.....	73
Desarrollo de una herramienta predictiva para enseñanzas técnicas	75
Procesos metodológicos en la creación de mapas mentales en la docencia universitaria técnica	83
La metodología ecosocial como herramienta fundamental en asignaturas técnicas universitarias	89
Juego de rol para desarrollo de la competencia de trabajo en grupo	97
Diseño de rúbricas para evaluar actividades relacionadas con la sostenibilidad	107

“Descubriendo a Fuller” mediante el método de Aprendizaje Basado en Proyectos en el contexto de las Prácticas de Tecnologías de Fabricación de 2º curso de los Grados de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.	115
Proposal of competency-based assessment tool for chemistry laboratory skills: case of study abroad program	123
 EL PATRIMONIO INDUSTRIAL, UNA OPORTUNIDAD EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS.	131
Aplicación del empleo de drones en la identificación y análisis de patrimonio industrial. Uso en titulaciones universitarias.	133
 FORMACIÓN SEMIPRESENCIAL Y ONLINE	141
Enseñanza y Evaluación de Programación de Ordenadores en Modalidades Presencial y no Presencial.	143
Adaptación de las prácticas de la asignatura Planificación Agronómica de Cultivos a las condiciones de docencia Covid-19 durante el segundo cuatrimestre del curso 2019-2020.	151
Virtualización global de la asignatura Ingeniería Gráfica	159
Adaptación de una práctica de acústica a la docencia <i>online</i>	165
Adaptación metodológica para el desarrollo de practicas de campo en la asignatura Métodos Analíticos y Estrategias de Muestreo del MUPRL durante periodo COVID-19	173
Metodología a distancia en el seguimiento del TFM en el Máster en Gestión Integrada de la Calidad, la Prevención de Riesgos Laborales y el Medio Ambiente de la Universitat Jaume I	181
Metodología semipresencial en la docencia de la asignatura <i>Cristaloquímica</i> del Grado en Química de la Universitat Jaume I	189
Adaptación de prácticas de laboratorios de Electrónica y Automatización a una modalidad semipresencial	195
 INNOVACIÓN EN LOS TRABAJOS FIN DE ESTUDIOS (TFE). GRADOS Y MÁSTERES.	203
Evolución hacia nuevas modalidades de TFG en Ingeniería: Grado de Ingeniería Civil	205
Herramientas BIM para la coordinación y desarrollo del TFG	213
Herramientas para mejorar la comprensión de los conocimientos sobre Control de Procesos Químicos	221
 LA MUJER EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS.	229
Cómo divulgar ciencia haciendo ciencia en tiempos de pandemia: The She-ience Games	231

NUEVOS MODELOS Y PARADIGMAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.	239
Proyecto de actualización y mejora de la asignatura Diseño Digital en la ETSI de Telecomunicación de la Universidad de Málaga	241
Mejorando la adaptación inicial del estudiante a través de un plan de atención individualizada. Experiencia en el Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación.	249
Aprendizaje y acreditación basado en la experiencia laboral o en vías no formales: nuevo referente en la enseñanza-aprendizaje	257
Equipos de Investigación como Herramienta Docente en el Aprendizaje Activo y Cooperativo.....	263
Enseñanzas sobre la aplicación del aprendizaje basado en problemas, respecto a la construcción sostenible, mediante el empleo de tecnología BIM.	271
Seguimiento de la evolución de la implementación de la Flipped Classroom en la asignatura de Construcción IV de los estudios de Grado de Edificación de la Universidad de les Illes Balears	279
Desarrollo de proyectos de movilidad, sostenibilidad y medio ambientales bajo metodología ABR	287
Experimentando con el Aprendizaje Basado en el Error en Ingeniería Informática ..	295
Un paseo romántico por la playa: jugando con los mapas de Karnaugh.	303
Análisis y mejora de las actividades ABP en la Facultad de Ciencias y Tecnología ...	309
Técnica Complementaria para el aprendizaje en Prevención de Riesgos Laborales: Resolución de Crucigramas	317
Aplicación de Aprendizaje Basado en Retos en la asignatura “Auditoría Energética” del Máster Universitario de Energías Renovables, Gestión y Eficiencia Energética de la UEx.	325
Aplicación práctica de la Metodología de Kees Dorst para proponer soluciones a la despoblación en la provincia de Segovia	331
Aplicación de la metodología Just in Time Teaching (JiT) en la asignatura de Tecnología Eléctrica	339
 OPORTUNIDADES DE INNOVACION DOCENTE UTILIZANDO HERRAMIENTAS TECNOLOGICAS	 347
Aplicación de clase invertida y gamificación para la docencia en el área de Mecánica de Fluidos	349
Métodos Interactivos: Realidad Virtual y Realidad Aumentada como Metodologías en el Aula.	357
A Multidisciplinary Application of Gamification Techniques in Engineering Education	365
Utilización de Tecnologías de Información y Comunicación para la promoción de tutorías online y el seguimiento de asignaturas en Ingeniería y Medicina	373

Una herramienta para mejorar la experiencia de los alumnos en el aprendizaje de estrategias software	381
Utilización de nuevas herramientas tecnológicas en prácticas docentes de fundición en arena	389
Diseño 3D y Técnicas Online en Proyectos de Infraestructura Común de Telecomunicaciones	395
Diseño de un Proceso Químico Industrial empleando la clase al revés e integrando los Objetivos de Desarrollo Sostenible	403
EscapeLab: Realidad virtual como herramienta docente	411
Algoritmos bioinspirados usando NetLogo.	419
Herramienta docente para el análisis de las propiedades ópticas en lamas.	427
ENERUCA: Metodología del aprendizaje basado en proyectos aplicado a la educación ingenieril	435
Desarrollo de competencias mediante la realización de actividades prácticas con sistemas solares fotovoltaicos y baterías de almacenamiento en la EII empleando herramientas TIC-Covid	441
Exploración del uso de Realidad Aumentada (RA) en el desarrollo de material de enseñanza de conceptos básicos de Cristalografía	449
 PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS	 457
Proyecto ElhZA+ENEDI: simbiosis entre el alumnado de secundaria y el personal investigador universitario para acciones de eficiencia energética en centros escolares .	459
Análisis de la eficacia de una herramienta asistida por ordenador para mejorar el aprendizaje de tecnología de materiales en la enseñanza a distancia y presencial	467
Difusión de la Ingeniería Civil en Distintos Niveles Educativos	477
Iniciativas de la ETSIA de Ciudad Real para promoción del Grado en Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria	485

Presentación

El comité del XXVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2021) presenta estas actas de la vigésima octava edición del congreso nacional CUIEET, el cual se celebró del 8 al 10 de septiembre de 2021 en la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén de la Universidad de Castilla la Mancha.

El congreso CUIEET es, sin duda, un encuentro de referencia a nivel nacional en lo que se refiere a la innovación educativa en las enseñanzas técnicas universitarias. Es, por tanto, un foro de intercambio de experiencias, conocimientos y recursos educativos entre profesionales de la docencia universitaria de los estudios técnicos. En el CUIEET 2021, por otra parte, se prepararon distintos talleres, conferencias plenarias, convenios con revistas de alto impacto y mesas de debate para el enriquecimiento de los asistentes. Por otro lado, el XXVIII CUIEET ha servido como lugar de encuentro para la promoción de sinergias y colaboraciones en proyectos conjuntos.

El XXVIII CUIEET se desarrolló en un entorno y un marco patrimonial incomparable como lo es Almadén, cuyas minas fueron declaradas patrimonio de la humanidad por la UNESCO en 2012.

Los trabajos mostrados en estas Actas del XXVIII CUIEET son las contribuciones originales presentadas por los participantes, con el objetivo de mostrar las últimas experiencias de innovación educativa en las enseñanzas técnicas.

COMITÉS

COMITÉ DE HONOR

Manuel Castells

Ministro de Universidades

Emiliano García Page

Presidente de Castilla la Mancha

José Julián Garde López-Brea

Rector de la Universidad de Castilla la Mancha

María del Carmen Montes Pizarro

Alcaldesa de Almadén

Rosa Ana Rodríguez Pérez

Consejera de Educación, Cultura y Deportes JCCM

Ricardo Cuevas Campos

Director General de Universidades

Carmen Teresa Olmedo

Delegada del Gobierno de Castilla la Mancha en Ciudad Real

José Antonio Galdón Ruiz

Presidente COGITI

Antonio Colino Martínez

Presidente de la Real Academia de Ingeniería

José Luis Canito Lobo

Presidente de la Conferencia de directores de Industriales

José Carlos Pardo

Decano del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real

José Luis Parra y Alfaro

Presidente de la CODEIME

Joao Paulo Davim Tavares Da Silva

Colaborador Honorífico de la UCLM. Universidad de Aveiro (Portugal)

COMITÉ ORGANIZADOR

Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén

(Almadén, Ciudad Real)

Presidente

José Tejero Manzanares

Vicepresidente

Julio Alberto López Gómez

Vocales

Javier de las Morenas de la Flor

Doroteo Verástegui Rayo

Elena María Beamud González

Ángeles Carrasco García

Luis Mansilla Plaza

Maria del Carmen Mata Montes

Raúl Sánchez Calderón

Blanca Naharro Acero

Raquel Jurado Merchán

Xiaoxin Zhang

COMITÉ CIENTÍFICO

María del Pilar Romero López
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
Ingeniería Cartográfica, Geodésica y
Fotogrametría

Juan Álvaro Fernández Muñoz
Universidad de Extremadura
Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática

Vanesa Gladys Lo Iacono Ferreira
Universitat Politècnica de Valencia
Departamento de Proyectos

Silvia Román Suero
Universidad de Extremadura
Física Aplicada

Justo García Sanz-Calcedo
Universidad de Extremadura
Ingeniería Eléctrica. Energías Renovables

Antonio Manuel Reyes
Universidad de Extremadura
Departamento de Expresión Gráfica

Juan Pablo Carrasco Amador
Universidad de Extremadura
Departamento de Expresión Gráfica

José Luis Canito Lobo
Universidad de Extremadura
Expresión Gráfica

Diego Carmona Fernández
Universidad de Extremadura
Ingeniería Eléctrica

Diego Rodríguez Méndez
Universidad de Extremadura
Física Aplicada

María Jesús Barroso Méndez
Universidad de Extremadura
Organización de Empresas

Ivan Patrao Herrero
Florida Universitaria
Sistemas Electrónicos y Automáticos

Josefa Mula Bru
Universitat Politècnica de Valencia
Organización de Empresas

Alberto Romero García
Universidad de Sevilla
Ingeniería Química

Juan Antonio Monsoriu Siera
Universitat Politècnica de Valencia
Física Aplicada

Francisca Ramón Fernández
Universitat Politècnica de Valencia
Urbanismo

Santiago Ferrándiz Bou
Universitat Politècnica de Valencia
Ingeniería Mecánica y de Materiales

María Ángeles Bonet Aracil
Universitat Politècnica de Valencia
Ingeniería Textil y Papelera

Modesto Pérez Sánchez
Universitat Politècnica de Valencia
Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente

María Fernanda López Pérez
Universitat Politècnica de Valencia
Ingeniería Química y Nuclear

Juan Manuel Maqueira
Universidad de Jaén
Organización de Empresas, Marketing y
Sociología

Juan López Martínez
Universitat Politècnica de Valencia
Ingeniería Mecánica y de Materiales

Francisca Sempere Ripoll
Universitat Politècnica de Valencia
Organización de Empresas

Miguel Leiva Brondo
Universitat Politècnica de Valencia
Biotechnología

Raquel Sanchí Gisbert
Universitat Politècnica de Valencia
Organización de Empresas

Jaroslaw Górecki
UTP University of Science and Technology in
Bydgoszcz
Ingeniería Civil y Arquitectura

Amparo López Jiménez
Universitat Politècnica de Valencia
Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente

Vicent Fombuena Borrás
Universitat Politècnica de Valencia
Tecnología de Materiales

Martín Orna Carmona
Universidad de Zaragoza
Tecnología de Materiales

Luis Mansilla Plaza
Universidad de Castilla la Mancha
Ingeniería Minera y Energética

Conrado Javier Calvo Saiz
Universitat Politècnica de Valencia
Salud, medicina, sensores, automática,
bioingeniería

Irene Montero Puertas
Universidad de Extremadura
Área de Máquinas y Motores Térmicos

Carlos Romá Mateo
Universidad de Valencia
Biología molecular, medicina, bioquímica

Jaime Lora García
Universitat Politècnica de Valencia
Ingeniería Química y Nuclear

Raquel Jurado Merchán
Universidad de Castilla la Mancha
Ingeniería Eléctrica

Víctor Fernández Vázquez
Universidad de Castilla la Mancha
Física Aplicada

Ana María Sanz Redondo
Universidad de Castilla la Mancha
Topografía, SIG, Teledetección

Elena María Beamud González
Universidad de Castilla la Mancha
Ingeniería Mecánica. Fabricación

Eduardo Palomares Novalbos
Universidad de Castilla la Mancha
Ingeniería Mecánica. Vehículos

Ángeles Calduch Llosa
Universitat Politècnica de Valencia
Estadística

Cristina Alía García
Universidad Politécnica de Madrid
Tendencias actuales en el proceso de enseñanza-
aprendizaje

Milagros Huerta Gómez de Merodio
Universidad de Cádiz
Mecánica medios continuos y teoría de
estructuras

Miguel Jesús Roca Adrover
Universitat Illes Balears

Juan Ignacio Córcoles Tendero
Universidad de Castilla la Mancha
Mecánica de fluidos

María Inmaculada Gómez Alonso
Universidad de León
Ingeniería Eléctrica

PROGRAMA DEL CONGRESO

PROGRAMA

	Miércoles (8)	Jueves (9)	Viernes (10)
9:30	Inauguración		
10:00	Plenaria Mercedes Marqués: "Contribución al aprendizaje desde la evaluación: ¿podemos hacerlo mejor?"	Plenaria Julián Sobrino: "El cambio de paradigma patrimonial y los proyectos de investigación sobre patrimonio industrial aplicados a la enseñanza universitaria"	Mesa Redonda: "Nuevos usos turísticos para el patrimonio minero".
11:00	Descanso	Descanso	Descanso
11:30	Contribuciones (1)	Contribuciones (6)	Contribuciones (12)
12:30	Contribuciones (2)	Contribuciones (7)	Contribuciones (13)
13:30	Contribuciones (3)	Contribuciones (8)	Clausura
16:30	Contribuciones (4)	Contribuciones (9)	
17:30	Taller: Herramienta para crear grandes bancos de preguntas para importar a Moodle	Contribuciones (10)	
18:30	Descanso	Descanso	
19:00	Contribuciones (5)	Contribuciones (11)	

(12:00)
Conferencia
de directores

Este congreso tendrá un desarrollo especial, con respecto a las ediciones anteriores. Debido a la pandemia se realizará de forma online, pero habrá algunos actos SÍNCRONOS (S) y otros ASÍNCRONOS (A). Es decir, algunos de los actos de la programación se realizarán de manera conjunta y a la vez a través de una reunión por TEAMS y en otros actos cada participante participará de manera independiente sin reunión programada, a través de un foro.

Dentro de la programación, los actos SÍNCRONOS serán:

- **Inauguración.**
- **Plenaria Mercedes Marqués:** Contribución al aprendizaje desde la evaluación: ¿podemos hacerlo mejor?
- **Plenaria Julián Sobrino:** "El cambio de paradigma patrimonial y los proyectos de investigación sobre patrimonio industrial aplicados a la enseñanza universitaria".
- Taller: **Herramienta para crear grandes bancos de preguntas para importar a Moodle.**
- **Mesa Redonda:** "Nuevos usos turísticos para el patrimonio minero".
- **Clausura.**

Mientras que el resto de los actos serán ASÍNCRONOS:

- **Contribuciones (1):** Formación Semipresencial y Online I.
- **Contribuciones (2):** Formación Semipresencial y Online II.
- **Contribuciones (3):** Nuevos Modelos y paradigmas de la enseñanza utilizando herramientas tecnológicas I.
- **Contribuciones (4):** Nuevos Modelos y paradigmas de la enseñanza utilizando herramientas tecnológicas II.
- **Contribuciones (5):** Nuevos Modelos y paradigmas de la enseñanza utilizando herramientas tecnológicas III.
- **Contribuciones (6):** Nuevos Modelos y paradigmas de la enseñanza utilizando herramientas tecnológicas IV y Desarrollo de competencias transversales I.
- **Contribuciones (7):** Oportunidades de innovación docente utilizando herramientas tecnológicas I y La mujer en las enseñanzas técnicas.
- **Contribuciones (8):** Oportunidades de innovación docente utilizando herramientas tecnológicas II y El patrimonio industrial, una oportunidad en la formación de ingenieros.
- **Contribuciones (9):** Oportunidades de innovación docente utilizando herramientas tecnológicas III.
- **Contribuciones (10):** Oportunidades de innovación docente utilizando herramientas tecnológicas IV e Innovación en los TFE.
- **Contribuciones (11):** Desarrollo de competencias trasversales II.
- **Contribuciones (12):** Conexión entre la enseñanza media y las universidades y Calidad y evaluación en la docencia universitaria.
- **Contribuciones (13):** Promoción y difusión de los estudios técnicos.

El desarrollo de las contribuciones se realizará de la siguiente manera:

Los autores de cada artículo han realizado una presentación en formato vídeo que se subirá a un **canal de YouTube**. Unos días antes de comenzar el congreso, estos videos se abrirán a los usuarios registrados y todos los participantes podréis visualizar aquellos que sean de vuestro interés tantas veces como lo deseéis.

De este modo, todas aquellas dudas o cuestiones que os surjan se dejarán en los comentarios de dichos videos (a modo de Foro), y en las horas establecidas en el planing del congreso, el autor pondrá especial atención en contestar a dichos comentarios (si lo desea puede también programar una reunión por ZOOM para contestar a dichos comentarios). Los usuarios podrán escribir comentarios sobre las contribuciones en cualquier momento, las cuales serán atendidas y respondidas por los autores de la contribución. No obstante, será en el horario habilitado para cada temática y artículo cuando preferentemente los autores respondan las dudas y comentarios planteados.

CONTRIBUCIONES

Miércoles 8 de Septiembre

• Contribuciones (1) – Miércoles 8, 11:30:

Formación Semipresencial y Online I:

- o Enseñanza y Evaluación de Programación de Ordenadores en Modalidades Presencial y no Presencial.
- o Adaptación de las prácticas de la asignatura Planificación Agronómica de Cultivos a las condiciones de docencia Covid-19 durante el segundo cuatrimestre del curso 2019-2020.
- o Virtualización global de la asignatura Ingeniería Gráfica.
- o Adaptación de una práctica de acústica a la docencia online.

• Contribuciones (2) – Miércoles 8, 12:30:

Formación Semipresencial y Online II:

- o Adaptación metodológica para el desarrollo de prácticas de campo en la asignatura Métodos Analíticos y Estrategias de Muestreo del MUPRL durante periodo COVID-19.
- o Metodología a distancia en el seguimiento del TFM en el Máster en Gestión Integrada de la Calidad, la Prevención de Riesgos Laborales y el Medio Ambiente de la Universitat Jaume I.
- o Metodología semipresencial en la docencia de la asignatura Cristalografía del Grado en Química de la Universitat Jaume I.
- o Adaptación de prácticas de laboratorios de Electrónica y Automatización a una modalidad semipresencial.

• Contribuciones (3) – Miércoles 8, 13:30:

Nuevos Modelos y paradigmas de la enseñanza utilizando herramientas tecnológicas I:

- o Proyecto de actualización y mejora de la asignatura Diseño Digital en la ETSI de Telecomunicación de la Universidad de Málaga.
- o Mejorando la adaptación inicial del estudiante a través de un plan de atención individualizada. Experiencia en el Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación.
- o Aprendizaje y acreditación basado en la experiencia laboral o en vías no formales: Nuevo referente en la enseñanza-aprendizaje.
- o Equipos de Investigación como Herramienta Docente en el Aprendizaje Activo y Cooperativo.

• **Contribuciones (4) – Miércoles 8, 16:30:**

Nuevos Modelos y paradigmas de la enseñanza utilizando herramientas tecnológicas II:

- o Enseñanzas sobre la aplicación del aprendizaje basado en problemas, respecto a la construcción sostenible, mediante el empleo de tecnología BIM.
- o Seguimiento de la evolución de la implementación de la Flipped Classroom en la asignatura de Construcción IV de los estudios de Grado de Edificación de la Universidad de les Illes Balears.
- o Desarrollo de proyectos de movilidad, sostenibilidad y medio ambientales bajo metodología ABR.
- o Experimentando con el Aprendizaje Basado en el Error en Ingeniería Informática.

• **Contribuciones (5) – Miércoles 8, 19:00:**

Nuevos Modelos y paradigmas de la enseñanza utilizando herramientas tecnológicas III:

- o Un paseo romántico por la playa: jugando con los mapas de Karnaugh.
- o Análisis y mejora de las actividades ABP en la Facultad de Ciencias y Tecnología.
- o Técnica Complementaria para el aprendizaje en Prevención de Riesgos Laborales: Resolución de Crucigramas.
- o Aplicación de Aprendizaje Basado en Retos en la asignatura “Auditoría Energética” del Máster Universitario de Energías Renovables, Gestión y Eficiencia Energética de la UEx.

Jueves 9 de Septiembre

• **Contribuciones (6) – Jueves 9, 11:30:**

Nuevos Modelos y paradigmas de la enseñanza utilizando herramientas tecnológicas IV:

- o Aplicación práctica de la Metodología de Kees Dorst para proponer soluciones a la despoblación en la provincia de Segovia.
- o Aplicación de la metodología Just In Time Teaching (JITT) en la asignatura de tecnología eléctrica.

Desarrollo de competencias transversales I:

- o Cómo divulgar ciencia haciendo ciencia en tiempos de pandemia: The She-ience Games.

• **Contribuciones (7) – Jueves 9, 12:30:**

Oportunidades de innovación docente utilizando herramientas tecnológicas I:

- o Aplicación de clase invertida y gamificación para la docencia en el área de Mecánica de Fluidos.
- o Métodos Interactivos: Realidad Virtual y Realidad Aumentada como Metodologías en el Aula.
- o A Multidisciplinary Application of Gamification Techniques in Engineering Education.

- o Utilización de Tecnologías de Información y Comunicación para la promoción de tutorías online y el seguimiento de asignaturas en Ingeniería y Medicina.

La mujer en las enseñanzas técnicas:

- o Cómo divulgar ciencia haciendo ciencia en tiempos de pandemia: The She-ience Games.

• **Contribuciones (8) – Jueves 9, 13:30:**

Oportunidades de innovación docente utilizando herramientas tecnológicas II:

- o Una herramienta para mejorar la experiencia de los alumnos en el aprendizaje de estrategias software.
- o Utilización de nuevas herramientas tecnológicas en prácticas docentes de fundición en arena.
- o Diseño 3D y Técnicas Online en Proyectos de Infraestructura Común de Telecomunicaciones.
- o Diseño de un Proceso Químico Industrial empleando el aula invertida e integrando los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El patrimonio industrial, una oportunidad en formación de ingenieros:

- o Aplicación del empleo de drones en la identificación y análisis de patrimonio industrial. Uso en titulaciones universitarias.

• **Contribuciones (9) – Jueves 9, 16:30:**

Oportunidades de innovación docente utilizando herramientas tecnológicas III:

- o EscapeLab: Realidad virtual como herramienta docente
- o Algoritmos Bioinspirados usando NetLogo.
- o Herramienta docente para el análisis de las propiedades ópticas en lamas.
- o ENERUCA: Metodología del aprendizaje basado en proyectos aplicado a la educación ingenieril.

• **Contribuciones (10) – Jueves 9, 17:30:**

Oportunidades de innovación docente utilizando herramientas tecnológicas IV:

- o Desarrollo de competencias mediante la realización de actividades prácticas con sistemas solares fotovoltaicos y baterías de almacenamiento en la EII empleando herramientas TIC-Covid.
- o Exploración del uso de Realidad Aumentada (RA) en el desarrollo de material de enseñanza de conceptos básicos de Cristalografía.

Innovación en los Trabajos Fin de Estudios (TFE). Grados y Másteres:

- o Evolución hacia nuevas modalidades de TFG en Ingeniería: Grado de Ingeniería Civil.
- o Herramientas BIM para la coordinación y desarrollo del TFG.
- o Herramientas para mejorar la comprensión de los conocimientos sobre Control de Procesos Químicos.

• **Contribuciones (11) – Jueves 9, 19:00:**

Desarrollo de competencias transversales II:

- o La metodología ecosocial como herramienta fundamental en asignaturas técnicas universitarias.
- o Juego de rol para desarrollo de la competencia de trabajo en grupo.
- o Diseño de rúbricas para evaluar actividades relacionadas con la sostenibilidad.
- o “Descubriendo a Fuller” mediante el método de Aprendizaje Basado en Proyectos en el contexto de las Prácticas de Tecnologías de Fabricación de 2º curso de los Grados de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
- o Proposal of competency-based assessment tool for chemistry laboratory skills: case of study abroad program.

Viernes 10 de Septiembre

• **Contribuciones (12) – Viernes 10, 11:30:**

Conexión entre la enseñanza media y las universidades:

- o El proyecto Formula Student como puente entre la Formación Profesional y la Universidad.

Calidad y evaluación en la docencia universitaria:

- o Análisis de adquisición de competencias mediante la evaluación continua en una titulación de ámbito tecnológico. Perspectiva de género.
- o Utilización Metodológica de la ludificación en una materia de ámbito técnico. Experiencia piloto durante la pandemia del SARS-CoV-2.
- o Desarrollo de competencias del profesor universitario de ingeniería en tiempos de Covid 19.
- o Implantación de un Sistema de Seguimiento de la Formación de los MOOC.

• **Contribuciones (13) – Viernes 10, 12:30:**

Promoción y difusión de los estudios técnicos:

- o Proyecto ElhZA+ENEDI: simbiosis entre el alumnado de secundaria y el personal investigador universitario para acciones de eficiencia energética en centros escolares.
- o Análisis de la eficacia de una herramienta asistida por ordenador para mejorar el aprendizaje de tecnología de materiales en la enseñanza a distancia y presencial.
- o Difusión de la Ingeniería Civil en Distintos Niveles Educativos.
- o Iniciativas de la ETSIA de Ciudad Real para promoción del Grado en Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria.

PONENCIAS

CALIDAD Y EVALUACIÓN DE LA DOCENCIA UNIVERSITARIA

Análisis de adquisición de competencias mediante la evaluación continua en una titulación de ámbito tecnológico. Perspectiva de género

J.J. Galán-Díaz^a, C. Martínez-Bustelo^a, I. Pérez-Pérez^a y
A.M. Rodríguez-Pasandín^a

juan.jose.galan@udc.es; carlos.martinez@udc.es; ignacio.perez1@udc.es; arodriguezpa@udc.es

^aUniversidade da Coruña (UDC). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Campus de Elviña s/n, 15071, A Coruña, España

ABSTRACT

During the academic year 2019/2020, a comparative study of two forms of evaluation was carried out in the subject “Roads” of the Civil Engineering Degree at the University of A Coruña (UDC). On the one hand, the continuous and formative evaluation and on the other hand the traditional evaluation by means of the final exam. The continuous evaluation was carried out through a series of semi-presential activities, with the help of the Moodle tele-training platform. The evaluation by means of a final exam was entirely classroom-based. The results clearly show that students obtain higher grades if they are assessed through continuous and formative semi-presential assessment. This is especially noticeable in the case of women. Moreover, the evaluation method considered most appropriate is a combination of both methodologies, since it promotes the assimilation of concepts and the acquisition of skills in the subject.

Keywords: continuous and formative assessment; gender perspective; Moodle; Civil Engineering

RESUMEN

Durante el curso 2019/2020, se llevó a cabo en la asignatura “Caminos” del Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil de la Universidade da Coruña (UDC), un estudio comparativo de dos formas de evaluación. Por un lado, la evaluación continua y formativa y por otro lado la evaluación tradicional mediante examen final. La evaluación continua se llevó a cabo mediante una serie de actividades semipresenciales, con ayuda de la plataforma de teleformación Moodle. La evaluación mediante examen final fue totalmente presencial. Los resultados muestran claramente que los estudiantes obtienen calificaciones más altas si se les evalúa mediante evaluación continua y formativa semipresencial. Esto es especialmente notable en el caso de las mujeres. Además, el método de evaluación que se considera más adecuado, es una combinación de ambas metodologías, puesto que potencia la asimilación de conceptos y la adquisición de competencias propias de la materia.

Palabras clave: evaluación continua y formativa; perspectiva de género; Moodle; Ingeniería Civil.

1. INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se ha tratado de correlacionar y comparar dos formas de evaluación en una misma asignatura. Por un lado, la evaluación presencial clásica, mediante la realización de un examen final. Por otro lado, la evaluación continua y formativa, mediante la realización de diferentes actividades semipresenciales.

1.1. Evaluación mediante examen final versus evaluación continua formativa

La evaluación juega un papel fundamental en el marco de la innovación docente de la enseñanza universitaria (López Pastor, 2008). Desde la entrada en España del Espacio Europeo de Educación superior (EEES), la evaluación continua se implementó en el nivel educativo superior (Martínez, Jaén y Hernández, 2020). Esta modalidad de evaluación, además de valorar el grado de adquisición de conocimientos, debe valorar el grado de adquisición de competencias en una materia (Delgado y Cuello, 2006). En la evaluación continua, el profesorado no solo debe evaluar los conocimientos adquiridos al final del proceso de aprendizaje, sino que también debe proponer actividades evaluables a lo largo del curso que permitan una mejor asimilación de los conocimientos y una adecuada adquisición de competencias (Delgado y Cuello, 2006). La realización de estas actividades periódicas, permite además que se pueda reorientar el proceso educativo en función de los resultados obtenidos (Delgado y Cuello, 2006). Es decir, no solo se trata de una evaluación continua, sino que además es formativa. Este método de evaluación contrasta con la evaluación tradicional, en la que los conocimientos se evaluaban al final del proceso formativo, normalmente mediante la realización de un único examen final presencial.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Existen trabajos en los que se ha comparado la evaluación continua con la evaluación tradicional en la Diplomatura de Estudios Empresariales (Parrilla, Rullán y Bauzá, 2013), llegando a la conclusión de que los estudiantes que escogen la evaluación continua tienen una mayor cantidad de trabajo, un mejor aprendizaje y mejores calificaciones. Aranda et al. (2013), realizaron un análisis de 52 asignaturas en 19 universidades españolas comparando la evaluación continua, con la tradicional y la mixta. Estos investigadores llegaron a la conclusión de que los estudiantes que optaban por la evaluación continua obtenían mejores resultados que los que escogían otras formas de evaluación. Así mismo, indican que la evaluación mediante examen final suele presentar el mayor número de estudiantes suspensos y no presentados. La mayoría de las asignaturas objeto de la citada investigación pertenecían a la titulación de Ciencias de la Educación. Martínez et al. (2020) analizaron un total de 1670 calificación de Contabilidad Financiera, llegando a la conclusión de que la evaluación continua afecta positivamente a las notas y, por tanto, forma parte del proceso de aprendizaje.

3. METODOLOGÍA

El presente caso de estudio se enmarca en la asignatura Caminos (632Go2033). Se trata de una asignatura obligatoria, de 6 créditos ECTS, del primer cuatrimestre del tercer curso del Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil (GTECIC), impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidade da Coruña (UDC). En esta asignatura, a lo largo de las 15 semanas que duró el primer cuatrimestre del curso 2019/2020, se impartieron clases presenciales durante aproximadamente 4 horas semanales. En concreto, la docencia presencial se estructuró de tal forma que había 2 horas de clase los martes y otras 2 horas los jueves, en horario de tarde. El temario impartido fue el que se indica en la tabla 1.

Durante el curso 2019/2020 hubo un total de 23 alumnos matriculados: 19 hombres y 4 mujeres.

El Moodle de la asignatura se utilizó como repositorio de material básico (diapositivas de clase, boletines de ejercicios) y complementario (vídeos, normativa, podcast educativos, ejercicios complementarios resueltos), herramienta de comunicación entre el profesorado y el alumnado, herramienta para la realización de pruebas de autoevaluación, entorno virtual para la realización y entrega de actividades online y medio para la realización de encuestas de evaluación docente.

Tabla 1. Temario impartido en Caminos de 3º del GTECIC

Tema	Título	Contenidos
Tema 1	Conceptos básicos	Definición de carretera según la norma 3.1-IC y otros documentos técnicos. Tipos de carretera en función de sus características, tipo de terreno atravesado, etc. Elementos de la carretera. Infraestructura y superestructura. Conceptos básicos sobre drenaje y dotaciones viarias.
Tema 2	Ingeniería de tráfico	Principales variables características del tráfico por carretera: intensidad, volumen, densidad y velocidad. Estudios de tráfico, fundamentalmente aforos manuales y automáticos. Capacidad y niveles de servicio en circulación continua (según HCM 6TH Edition).
Tema 3	Trazado de carreteras	Parámetros fundamentales (visibilidad y velocidad). El trazado en planta: alineaciones rectas, circulares y clotoides. El trazado en alzado: inclinaciones mínimas y máximas, rasantes uniformes y acuerdos parabólicos. Recomendaciones generales para el trazado y su integración en el entorno. La sección transversal (dimensiones de los diferentes elementos, bombeo, peralte, sobreancho y gálibo).
Tema 4	Explanaciones	Concepto de obra de tierra. Desmonte, relleno y sección a media ladera. Compactación. Ensayo Proctor. Capacidad de soporte de las explanadas. Estabilización de suelos.
Tema 5	Firmes de carreteras (y otras infraestructuras)	Constitución de los firmes. Ligantes y conglomerantes (cales, cementos, betún de penetración, emulsiones bituminosas, betún espumado, etc). Áridos. Capas granulares (zahorra artificial y macadam). Capas tratadas para bases y subbases (suelocemento, gravacemento y otras). Tratamientos superficiales (riegos sin gravilla, riegos con gravilla y microaglomerados en frío). Mezclas bituminosas. Pavimentos de hormigón. Dimensionamiento de firmes según la norma 6.1-IC. Introducción a las características superficiales y a la conservación de firmes.
Tema 6	Transporte	Introducción al transporte. Transporte por carretera y transporte aéreo.

Para la evaluación semipresencial continua y formativa se planteó la realización de cinco actividades (cuatro no presenciales y una presencial) que a continuación se describen :

- Actividad 1: galería fotográfica de elementos de la sección transversal. En esta actividad cada estudiante debía introducir en el foro habilitado al respecto en el Moodle, una fotografía de una carretera en la que apareciesen claramente delimitados todos los elementos de la sección transversal.
- Actividad 2: galería fotográfica de nudos. Cada estudiante debía introducir, en el foro especialmente habilitado para esta actividad en el Moodle, dos imágenes: una de una intersección y otra de un enlace. El estudiante debía identificar la tipología de cada uno de

estos nudos. Para ello, los estudiantes contaban no solo con las explicaciones presenciales del aula y el material básico incluido en Moodle, sino también con la « Guía de nudos viarios » (Ministerio de Fomento, 2012).

- Actividad 3: práctica de carreteras convencionales. Cada estudiante debía resolver un caso práctico sobre determinación de nivel de servicio en una carretera convencional, siguiendo el método especificado en el « Manual de Capacidad » (TRB, 2016). Para ello, cada alumno o alumna, contaban con datos particularizados, de tal forma que ningún estudiante tenía los mismos datos que otro estudiante.
- Actividad 4: pérdidas de trazado, de orientación y dinámicas. En el foro especialmente creado para esta actividad en el Moodle de la asignatura, cada estudiante debía incluir una imagen de una carretera en la que se apreciase claramente alguno de los fenómenos indeseados debidos a una mala coordinación entre el trazado en planta y el trazado en alzado (pérdida de trazado, pérdida de orientación y pérdida dinámica).
- Actividad 5: transición del peralte. Esta fue la única actividad que se realizó de forma supervisada en el aula. Tras la explicación teórica y la resolución de un caso práctico por parte del profesorado, se propuso la realización en el aula de otro caso práctico del mismo tipo, a resolver de forma individual por cada estudiante.

Como se ha comentado, las actividades 1 a 4 se desarrollaron fuera del aula mediante trabajo autónomo del estudiante. Es decir, se desarrollaron de forma no presencial. Se entregaron vía Moodle, ya sea mediante su inclusión en un foro o mediante su envío a través de una tarea. Además, de cada una de ellas, el profesorado de la asignatura elaboró una rúbrica, para que los estudiantes supiesen de antemano y con claridad, los criterios de calificación y evaluación de las mismas.

Cabe destacar en este punto, que la utilización de foros se consideró especialmente adecuada, ya que fomentaba el aprendizaje colaborativo. En las actividades en las que se utilizó esta herramienta como vía de entrega de la actividad, el profesorado de la asignatura incluyó comentarios sobre las diferentes actividades entregadas, lo cual fomentó la evaluación de tipo formativo.

Para no sobrecargar al estudiantado con un exceso de trabajo, se limitó el número de actividades no presenciales a las anteriormente descritas, es decir, a cuatro.

Para la evaluación presencial tradicional, se llevó a cabo la realización de un examen final escrito, con la siguiente estructura :

- Parte de teoría: el estudiante disponía de 1 hora para contestar a 20 preguntas teóricas, sin más herramientas que los útiles de escritura. El peso de esta parte suponía un 60% del total del examen final.
- Parte de problemas: el estudiante disponía de 2 horas para resolver 3 ejercicios. Para su resolución podía utilizar la normativa que considerase adecuada, así como el material básico (diapositivas de clase) que necesitase. No se permitían ejercicios resueltos. El peso de esta parte suponía un 40% del total del examen final.

El examen final tenía una fecha y un horario fijado por el calendario académico del centro. Entre ambas partes (teoría y problemas), se programó un breve descanso.

La nota final de la asignatura se obtenía sumando a la nota del examen final (si esta era mayor o igual a 4,0 puntos), las calificaciones obtenidas en las actividades 1 a 5. Sin embargo, con

el fin de analizar si existía algún tipo de correlación entre la evaluación presencial y la evaluación continua semipresencial, inicialmente se calculó la calificación que cada estudiante obtendría si solo hubiese sido evaluado mediante las actividades no presenciales y si solo hubiese sido evaluado mediante el examen final. Ambas calificaciones así obtenidas, se compararon. Los resultados y conclusiones de este análisis se describen en los dos siguientes apartados.

4. RESULTADOS

En la primera oportunidad se presentaron 21 de los 23 estudiantes matriculados. De ellos, 17 de 19 (el 89,47%) eran hombres y 4 de 4 (el 100%) eran mujeres.

La figura 1 muestra las notas estimadas teniendo en cuenta solo las actividades 1 a 5 (semi-presenciales), así como las notas obtenidas en el examen final presencial.

Analizando estudiante a estudiante en la figura 1, puede apreciarse que 6 estudiantes bajarían de notable a aprobado en el caso de evaluar mediante examen final en lugar de mediante actividades semipresenciales, 2 de notable a suspenso y 1 de aprobado a suspenso. También puede verse que 1 estudiante pasaría de aprobado a notable y 3 de suspenso a aprobado. Por tanto, en términos globales, habría el mismo número de suspensos si se hiciese evaluación continua formativa semipresencial que si se hiciese evaluación presencial mediante exámenes. Sin embargo, habría un número muy superior de notables: 8 en la evaluación continua semipresencial, frente a 1 en la evaluación con examen final presencial. De hecho, la nota media de la evaluación continua semipresencial fue de un 6,0 frente a un 5,4 en la evaluación mediante examen final, es decir, un 10,14% más baja en este último caso.

Observando la figura 1 no puede apreciarse ningún tipo de correlación entre las notas estimadas teniendo en cuenta las actividades 1 a 5 y las notas obtenidas en el examen final presencial. Sin embargo, puede verse que en el examen final las calificaciones obtenidas son inferiores a las obtenidas con las actividades para un total de 13 estudiantes y superiores para un total de 8 estudiantes. Además, sin lugar a dudas, cuando se produce un decremento de la nota, éste es muy superior al incremento que se produce cuando hay una subida en la nota. De hecho, el máximo incremento en la nota fue de un 16,54%, mientras que el máximo decremento fue de un 39,36%. El incremento medio fue de un 8,11% y el decremento medio fue de un 17,11%. Finalmente, se obtuvo que la diferencia media fue un decremento del 7,5%.

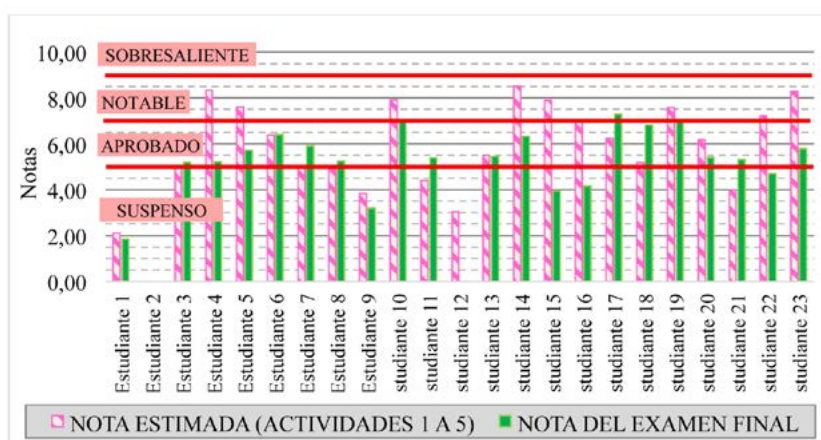


Figura 1. Notas estimadas teniendo en cuenta solo las actividades 1 a 5 y notas obtenidas en el examen final presencial

Resulta de interés analizar las diferencias en las calificaciones en función del género del estudiante. Curiosamente, el 100% de las mujeres suben la nota (estudiantes 3, 7, 17 y 21), con

un incremento medio del 8,60%, que es superior al incremento medio obtenido por la totalidad de los estudiantes que incrementan su nota (8,11% como se comentó anteriormente). Así, una alumna pasó de suspenso a aprobado, otra de aprobado a notable y las otras dos mantuvieron su calificación en aprobado, aunque con mayor media.

Tan solo un 23,53% de los hombres incrementaron su nota, con un incremento medio del 7,63%, inferior al incremento medio obtenido por la totalidad de los estudiantes que incrementan su nota. El 76,47% restante de varones, ven reducida su calificación. De hecho, de los 8 notables que había en la evaluación semipresencial en el grupo de los varones, 7 pasaron a aprobado y 1 a suspenso con la evaluación mediante examen final.

5. CONCLUSIONES

Como resultado de la presente investigación, pueden extraerse una serie de conclusiones de gran interés:

- No existe una relación directa entre las calificaciones obtenidas mediante evaluación continua semipresencial y mediante evaluación con examen final presencial. Por tanto, un estudiante que obtenga una calificación alta con evaluación continua semipresencial, podría obtener una calificación baja con evaluación mediante examen final y viceversa.
- Sin embargo, el número de estudiantes suspensos es el mismo, independientemente del método de evaluación utilizado, lo cual en parte indica que ambos métodos pueden ser igual de válidos como forma de evaluación.
- Claramente, las calificaciones obtenidas mediante evaluación continua semipresencial son más elevadas que las obtenidas mediante examen final. El hecho de que durante la evaluación continua semipresencial se pueden consultar todas las fuentes de información disponibles, se de un amplio margen de tiempo para realizar la actividad y se pueda consultar con compañeros y profesorado, podrían ser las principales razones para estas diferencias en la calificación final.
- Es interesante señalar que en el presente caso en estudio la evaluación continua ha beneficiado más al estudiantado de género femenino que al de género masculino.
- En el caso de la asignatura en cuestión no se considera que un método de evaluación sea más adecuado que el otro. De hecho, ambos son complementarios y se ha visto que contribuyen a un mejor aprendizaje del alumnado, así como a una evaluación más objetiva. Por tanto, como resultado de esta investigación, no se desechará ninguno de los dos métodos de evaluación. Al contrario, se utilizará una combinación de ambos, con la seguridad de estar empleando un sistema de evaluación adecuado, que fomente la evaluación continua y formativa, así como la adecuada adquisición de conocimientos y competencias.

Estos resultados fueron obtenidos en una investigación preliminar. Sería necesario llevar a cabo un estudio durante un número de cursos mayor, con más estudiantes y en diferentes asignaturas, con el fin de confirmar los resultados y las conclusiones obtenidas.

REFERENCIAS

Aranda, A. F., Pastor, V. M. L., Oliva, F. J. C., & Romero, R. (2013). La evaluación formativa en docencia universitaria y el rendimiento académico del alumnado. *Aula abierta*, 41(2), 23-34.

- Delgado, A. M., & Cuello, R. O. (2006). La evaluación continua en un nuevo escenario docente. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 3(1).
- López Pastor, V. M. (2008). Desarrollando sistemas de evaluación formativa y compartida en la docencia universitaria. Análisis de resultados de su puesta en práctica en la formación inicial del profesorado. European Journal of Teacher Education, 31(3), 293-311.
- Martínez, E. O., Jaén, J. M. S., & Hernández, S. M. (2020). Evaluación continua en la enseñanza universitaria de la contabilidad. Revista de Investigación Educativa, 38(1), 109-129.
- Martínez, E. O., Jaén, J. M. S., & Hernández, S. M. (2020). Evaluación continua en la enseñanza universitaria de la contabilidad. Revista de Investigación Educativa, 38(1), 109-129.
- Ministerio de Fomento. Orden Circular 32/2012. Guía de nudos viarios.
- Ministerio de Fomento. Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Parrilla, J. C., Rullán, X. O., & Bauzá, M. S. (2013). Evaluando la evaluación continua. @ tic. revista d'innovació educativa, (10), 33-43.
- TRB (2016). Highway Capacity Manual 6th Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis.

Utilización Metodológica de la ludificación en una materia de ámbito técnico. Experiencia piloto durante la pandemia del SARS-CoV-2

J.J. Galán-Díaz^a, C. Martínez-Bustelo^a, I. Pérez-Pérez^a y
A.M. Rodríguez-Pasandín^a

juan.jose.galan@udc.es; carlos.martinez@udc.es; ignacio.perez1@udc.es; arodriguezpa@udc.es

^aUniversidade da Coruña (UDC). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Campus de Elviña s/n, 15071, A Coruña, España

ABSTRACT

During the first semester of the 2020-2021 academic year, a group of teachers from the ETSI of Civil Engineering carried out a gamification strategy to motivate students of the Applied Physics I subject of the Engineering Technology degree Civil. Using the Kahoot tool, a questionnaire was designed for each topic discussed. The score obtained was considered in the final evaluation with a weight of 10%. Although the average marks barely changed with respect to the previous year, an increase in the performance rate of 8% was observed, which is considered a test that favorably supports the increase in student motivation. A satisfaction survey was carried out, the results of which show a pleasant reception of the gamification strategy by the students.

Keywords: gamification, applied physics, engineering, kahoot

RESUMEN

Durante el primer cuatrimestre del curso 2020-2021 se llevó a cabo por un grupo de docentes de la ETSI de Caminos, Canales y Puertos una estrategia de ludificación para la motivación de los estudiantes de la asignatura Física Aplicada I del grado de Tecnología en la Ingeniería Civil. Mediante la utilización de la herramienta Kahoot se diseñó un cuestionario para cada tema tratado. La puntuación obtenida fue considerada en la evaluación final con un peso del 10%. Aunque las notas medias apenas variaron con respecto al curso anterior, se observó un aumento en la tasa de rendimiento del 8%, lo que se considera una prueba que avala favorablemente el aumento de la motivación del alumnado. Se realizó una encuesta de satisfacción cuyos resultados muestran una grata acogida de la estrategia de ludificación por parte de los estudiantes.

Palabras clave: ludificación, física aplicada, ingeniería, kahoot.

1. INTRODUCCIÓN

El marco de la educación superior establecido con la declaración de Bolonia el 19 de junio de 1999 implica que la educación esté centrada en el proceso de aprendizaje del alumnado en lugar del modelo tradicional de enseñanza magistral. Además, este nuevo paradigma asigna al docente un papel de promotor del aprendizaje en lugar del transmisor de contenidos tradicional.

Por otro lado, el perfil actual del estudiante que accede a la Universidad presente una componente muy acusada en el campo digital y audiovisual. Esto hace que la metodología tradicional focalizada en clases expositivas y de pizarra resulten poco atractivas para el alumnado de hoy.

Lowman (Lowman, 1998), destaca que el componente más importante en la enseñanza es la excitación intelectual. Ésta debe producirse cuando el discente se halla motivado. La motivación más eficaz es la intrínseca que es aquella que nace del propio individuo, sin embargo, a menudo es la motivación extrínseca –la que proviene de estímulos externos– la que permite espolear los ánimos del alumno hacia el estudio de la materia. Normalmente, ello se consigue con un programa actualizado y dinámico que permita la participación de todo el alumnado.

Las actividades académicas diseñadas para un curso habitual se vieron interrumpidas súbitamente con la aplicación del estado de alarma el 14 de marzo de 2020 que trajo consigo el confinamiento de toda la población y la consiguiente interrupción de las clases presenciales del curso 2019-2020. La nueva situación llevó aparejada un cambio radical en la metodología de ejercer la docencia, no solo para el claustro de profesores, sino también para todos los estudiantes que hubieron de permanecer en sus casas delante de una pantalla de ordenador tratando de asimilar complejos contenidos. En el presente curso, 2020-2021 la situación es parecida con clases semipresenciales en algunos casos.

Con el fin de estimular la referida motivación en el alumno, un grupo de docentes diseñamos una estrategia de enseñanza-aprendizaje utilizando el recurso de la ludificación. Debe señalarse que ninguno de nosotros es especialista en pedagogía, más allá de las lecturas imprescindibles que nos permitan un diseño curricular adecuado para el desempeño satisfactorio de nuestra labor.

La ludificación puede definirse como la utilización de las dinámicas propias de las actividades recreativas con el fin de potenciar la motivación, mejorar la productividad en una empresa o activar el aprendizaje y para implementarla se ha utilizado la plataforma Kahoot. Su elección se debe a que esta aplicación permite crear diferentes ámbitos didácticos en línea para la resolución de cuestiones utilizando videos o diagramas creando espacios de competencia que mejoran el ambiente estudiantil (Moreno, et al., 2018).

En lo que sigue se mostrará el desarrollo de esta estrategia llevada a cabo en la asignatura de Física Aplicada del grado de Tecnología en la Ingeniería Civil de la Universidad de A Coruña.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Como quedo dicho en el epígrafe precedente, ninguno de los docentes implicados en esta experiencia tiene formación específica en el campo pedagógico, por lo cual el conocimiento de la literatura especializada en el tema era más bien escaso. No obstante, antes de comenzar la programación de esta estrategia de enseñanza-aprendizaje se emprendió una intensa pesquisa sobre lo realizado por otros autores.

Benítez y Mora (Benítez, Mora, 2010) diseñaron unos materiales que permitían un aprendizaje activo de la Física frente a la metodología tradicional. Estos autores definen el aprendizaje activo como aquel que los alumnos son guiados a construir su conocimiento. Para medir sus resultados utilizaron la técnica de la ganancia normalizada (Hake, 1998). Los autores concluyen

que utilizando esta metodología se obtiene una ganancia normalizada de un 20%. Además el conocimiento así generado resultó ser duradero, ya que los exámenes se realizaron a final de curso.

De Simón-Martín et al. (De Simón-Martín, et al., 2015) aplican técnicas de ludificación en tres asignaturas de tercer curso del área de ingeniería eléctrica y energética de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León. Uno de sus objetivos que los autores pretendieron fue que tanto los alumnos como profesores utilizaran herramientas informáticas y tecnológicas para el aprendizaje fuera de los contextos diferentes al aula. Las conclusiones que aportan son moderadas, ya que por una parte afirman que la experiencia fue beneficiosa para la motivación del alumnado, pero por otra parte no aprecian resultados en el rendimiento académico del alumno.

Villa y Canaleta (Villa, Canaleta, 2016) aplicaron la ludificación a la asignatura de Fotografía digital, asignatura optativa del grado de Informática de la Universidad Ramón Llull de Barcelona. Según sus conclusiones, este sistema les permitió mejorar el rendimiento de forma considerable.

Guzmán-Duque et al (Guzmán-Duque, et al., 2018) utilizan la plataforma Kahoot para estudiantes del décimo semestre de la carrera Administración de Empresas de la Universidad colombiana de Santander. Afirman que Kahoot, es una herramienta que facilita el desarrollo de las competencias de los estudiantes en cuanto el uso de las tecnologías, favoreciendo los procesos de formación ya que los estudiantes se sienten incluidos en el proceso.

Gallego y Rico (Gallego y Rico, 2020) aplican la ludificación en asignaturas de física en grados de ingeniería.

3. METODOLOGÍA

El número de alumnos implicados en esta experiencia fueron 25 pertenecientes a la asignatura de Física Aplicada de primer curso del grado de Tecnología en Ingeniería civil.

De una manera esquemática el proceso seguido fue el siguiente:

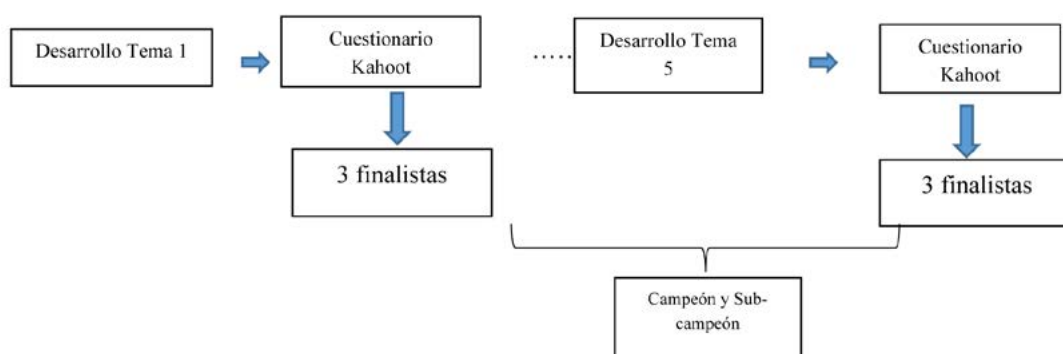


Figura 1. Esquema de la experiencia piloto utilizando cuestionarios Kahoot

En primer lugar, se procedía a explicar el tema correspondiente de manera tradicional: exposición y ejercicios resueltos en la pizarra. Ocasionalmente se utilizaban medios audiovisuales para mejorar la claridad de lo expuesto. La duración de estas sesiones variaba en función de la dificultad del tema. En la mayoría de los casos no se esperaba a terminar el tema, sino que procedía con los aspectos más destacados del mismo.

Utilizando cualquier dispositivo móvil los alumnos debían resolver un *kahoot* de veinte preguntas con tres posibilidades cada una, de las cuales solo una era la verdadera. El tiempo

para cada pregunta era de 20 segundos. Para obtener la puntuación final se hacía una regla de asignación lineal. Esta nota era considerada como el 20% de la nota final.

Finalmente, se celebraba la fase final en la cual el *kahoot* abarcaba los cinco temas. Los estudiantes que obtenían los tres mejores resultados en las rondas previas pasaban a esta última fase. En el caso que más de tres estudiantes tuviesen la misma nota, se procedía a una ronda de desempate.

Tabla 1. Temporalización y contenidos de la asignatura de Física Aplicada I TECIC

Tema	Título	Contenidos	Duración de las sesiones teóricas
Tema 1	Cálculo vectorial. Sistemas de vectores deslizantes	Magnitudes vectoriales e escalares. Sistemas de referencia. Álgebra vectorial. Momentos. Invariantes de un sistema de vectores deslizantes. Ecuación del Eje central.	2 sesiones de 50´
Tema 2	Cinemática da partícula.	Introducción. Magnitudes fundamentales. Movimientos rectilíneos. Movimientos curvilíneos. Movimientos relativos	3 sesiones de 50´
Tema 3	Dinámica da partícula y de los Sistemas de Partículas	Leyes de Newton. Momento lineal. Momento angular. Fuerzas centrales. Estática de la partícula. Rozamiento. Dinámica del movimiento armónico simple. Trabajo y Energía. Teoría de Campos. Principio da conservación da energía. Energía mecánica en el movimiento vibratorio armónico simple. Centro de masas de un sistema. Magnitudes angulares para un sistema de partículas. Energía en los sistemas de partículas. Choques	8 sesiones de 50´
Tema 4	Geometría de Masas	Centros de gravedad. Teorema de Pappus-Guldin. Momentos de inercia. Radio de giro. Teorema de Steiner	2 sesiones de 50´
Tema 5	Sólido Rígido	Cinemática. Momentos. Resistencia á rodadura. Estática. Dinámica del movimiento de translación y rotación. Trabajo y energía en un sólido rígido. Péndulo físico	4 sesiones de 50´

Como puede apreciarse de la tabla 1, en las sesiones teóricas se han utilizado 950 minutos, de acuerdo con el horario establecido en la ETSI de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de A Coruña, equivale a unas 5 semanas de clase presencial.

Después de debatirlo en varias ocasiones, los docentes implicados en esta experiencia hemos decidido que un estudiante solo podía estar clasificado en una ronda, es decir, si un alumno quedaba entre los tres primeros en varias rondas previas, solamente se clasificaba en una de ellas dejando su plaza al siguiente mejor posicionado.

Esta es una decisión discutible, ya que tiene ventajas y desventajas. La principal desventaja estriba en la posible desmotivación de un alumno para abordar el estudio de los temas subsiguientes cuando ya se haya clasificado en una ronda anterior, pero, por otra parte, permite motivar al resto del alumnado hasta el final del temario.

En la estrategia de ludificación no se ha incluido la resolución de los problemas complejos de cada tema. Para éstos, se ha seguido la metodología tradicional: boletines con ejercicios propuestos. En la figura 2 se muestra un ejemplo de una de las preguntas.



Figura 2. Modelo de pregunta en el Kahoot

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las rondas previas pueden verse en la tabla 2

Tabla 2. Nota media de los alumnos en la prueba de Kahoot y la nota de los tres primeros clasificados

Tema	Nombre del tema	Nota Media	Nota de los tres primeros clasificados
Tema 1	Cálculo vectorial. Sistemas de vectores deslizantes	6,5	9,5; 9,5; 8,5
Tema 2	Dinámica da partícula y de los Sistemas de Partículas	6,1	9,5; 8,0; 8,0
Tema 3	Dinámica da partícula y de los Sistemas de Partículas	5,7	8,0; 7,5; 7,5
Tema 4	Geometría de Masas	5,9	9; 8,5; 8,5
Tema 5	Sólido Rígido	5,0	7,0; 6,5; 6,5

Como puede apreciarse las notas medias varían en función de la dificultad del tema. La nota más baja corresponde al tema de sólido rígido. Aunque este es un tema que se tratará en extenso en la asignatura de mecánica de segundo curso del grado, en este primer curso se realiza una introducción suficientemente extensa como para que el estudiante advierta la dificultad en relación a la dinámica de una partícula o incluso a un sistema de partículas.

Asimismo, puede verse que incluso las notas de los tres primeros clasificados disminuyeron notablemente en este último tema.

Solo hubo que realizar una ronda de desempate en el tema 1. Hubo dos estudiantes que obtuvieron la misma nota: 8,5. Para desempatar se diseñó un cuestionario de respuesta rápida y quedaba eliminado el alumno que primero fallase.

En cuanto a los temores de desmotivación comentados en el epígrafe anterior debe señalarse que no se apreciaron en absoluto. Los estudiantes, motivados por el deseo de competir trataban de obtener los mejores resultados de que eran capaces.

Los docentes realizaron una encuesta de valoración de esta actividad. El cuestionario utilizado se muestra en la figura 3.

The image shows a digital survey form titled "Satisfacción con el uso de Kahoot". It contains three main sections: a 5-point rating scale for Kahoot usage, a question about group usage preference, and a question about the weight Kahoot should have in the final grade. Each section has radio button options. At the bottom is a text area for comments.

Satisfacción con el uso de Kahoot

Cuál es tu valoración sobre la utilización del Kahoot. Valora la respuesta del 1 al 5, donde 1 es muy mala y 5 es muy buena

1 2 3 4 5

Crees que es mejor utilizar el Kahoot en grupo

No
Sí

¿Cuál crees que debería ser el peso del Kahoot en la nota final?

Ninguno
10%
20%
más del 20%

Comentarios

Figura 3. Modelo de encuesta de satisfacción

El 85 % de los estudiantes valoraron positivamente la ludificación de los temas. Un 25% señalan que les gustaría realizar esta actividad en grupo y un 12% indicó que preferiría que la nota obtenida en el Kahoot no tuviese peso alguno en la nota final de la asignatura.

Un dato a tener en cuenta es que no siempre las notas obtenidas en el Kahoot van en consonancia con las notas obtenidas en los exámenes.

Esto puede deberse a, o bien los alumnos son afectados por la presión de distinta manera: alumnos que responden de forma casi instintiva a las formulaciones de un cuestionario y se bloquean en un examen largo, o bien la propia dificultad de los laboriosos cálculos de un examen hace que cometan más errores de los debidos.

Comparando los resultados de las medias obtenidas por los alumnos en la asignatura, no se aprecia gran diferencia entre la utilización de esta metodología y la tradicional. Sin embargo la tasa de rendimiento de la asignatura aumentó en un 8%, lo que da cuenta que el número de estudiantes presentados a examen aumentó en esta convocatoria.

5. CONCLUSIONES

Los docentes han constatado los siguientes resultados:

- La tasa de éxito de la asignatura ha aumentado en un 8%. Esto significa que la estrategia de ludificación ha servido para aumentar la motivación de los alumnos.
- El aspecto competitivo motiva a los alumnos a obtener una mayor puntuación en el Kahoot con independencia de haber conseguido la clasificación previamente.
- Las notas medias del curso apenas se ven afectadas por el uso de la ludificación.
- El 85% de los estudiantes valora muy positivamente el uso de la ludificación. Un porcentaje significativo, 25%, manifiesta preferencia por el uso de Kahoot de manera grupal y apenas un 12% desearía que la actividad no contase en la nota final de la asignatura.

- Un aspecto interesante es la falta de correspondencia entre la puntuación en el kahoot y la nota en el examen. Este hecho pone de manifiesto que la materia tratada mediante el método de ludificación no puede ser eliminada del examen de evaluación de la materia.
- Los docentes consideran que por ser éste un trabajo seminal deben aquilatar tanto las preguntas como el tiempo para contestarlas y añadir en los sucesivos cuestionarios problemas un poco más elaborados que permitan al estudiante un trabajo más riguroso para obtener un resultado más fecundo.

REFERENCIAS

- Benítez, Y., & Mora, C. (2013). Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería.
- De Simón-Martín, M., Díez-Suárez, A. M., Blanes-Peiró, J., Borge-Díez, D., & González-Martínez, A. (2015). Aplicación de técnicas de ludificación para la consolidación de conocimientos en asignaturas del área de Ingeniería Eléctrica y Energética. In *IX Congreso Nacional de Ingeniería Termodinámica* (pp. 1307-1316).
- Guzmán Duque, A., Mendoza Paredes, J., & Tavera Castillo, N. (2018). Kahoot!: un mecanismo de innovación para la educación universitaria.
- Lowman, J., & Lowman, J. (1984). *Mastering the techniques of teaching* (Vol. 1990). San Francisco: Jossey-Bass.
- Perea Moreno, A. J., Aguilera Ureña, M. J., Laguna Luna, A. M., Cruz-Fernández, J. L. D. L., Torres Roldán, M., Torres Castro, J., ... & Alcayde García, A. (2018). El uso de los sistemas de respuesta interactiva como herramienta para favorecer el aprendizaje proactivo en ingeniería.
- Rico, S. G., & Heredia-Avalos, S. (2021). Ludificación de asignaturas de física en las titulaciones técnicas. *Revista Española de Física*, 34(4), 32-34.
- Villa, G., & Canaleta, X. (2016, July). La ludificación como estrategia de mejora de la motivación, rendimiento académico y satisfacción de los estudiantes. In *Actas de las XXII JENUI* (pp. 279-284). Universidad de Almería.

Desarrollo de competencias del profesor universitario de ingeniería en tiempos de Covid 19

M.D. Reyes Tolosa^a y Antonio Ortega^a

mdreyes@florida-uni.es; aortega@florida-uni.es

^aFlorida Centro de Formación, C/Rei En Jaume I, nº 2, 46470, Catarroja, Valencia.

ABSTRACT

The field of engineering is a field of difficult application to flipped teaching. This fact is due to the high content of technical subjects, which make it difficult to study self-sufficiency. However, the global Covid 19 pandemic has posed a challenge to teachers in this field, who have had to modify their competences to ensure student learning and evaluation.

This study shows what are the competences of a university teacher in the field of EEES, and what changes were made in a 1st year of mechanical engineering subject, adapting to the pandemic situation and online classes, as well as the results obtained.

Keywords: Competences, methodology, online evaluation, flipped teaching

RESUMEN

El campo de la ingeniería es un campo de difícil aplicación a la docencia inversa. Este hecho es debido al alto contenido de materia técnicas, que dificultan la autosuficiencia en el estudio. Sin embargo, la pandemia mundial Covid 19, ha supuesto un reto a los docentes de este campo, que han tenido que modificar sus competencias para asegurar el aprendizaje y evaluación del alumnado.

En este estudio se muestran cuáles son las competencias de un docente universitario en el ámbito de EEES, y que cambios se realizaron en una asignatura de 1º de Ingeniería mecánica, adaptándose a la situación pandémica y clases online, así como los resultados obtenidos.

Palabras clave: Competencias, metodología, evaluación online, clase inversa

1. INTRODUCCIÓN

La docencia universitaria es sin duda el campo de enseñanza más exigente, siendo además el capital humano la principal riqueza y fuerza de la Universidad. De hecho, el inicio en el 1999 del marco europeo de educación superior (EEES), marcó un antes y un después en la figura, metodología, evaluación y competencias de los docentes (Más Torelló, 2012). El enfoque del profesor universitario adaptado al EEES queda resumido en la figura 1:

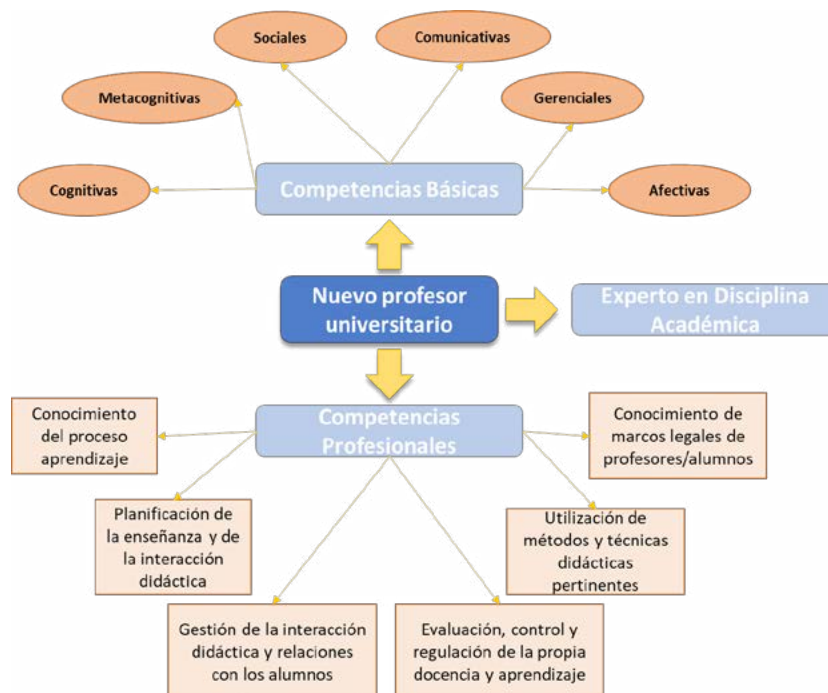


Figura 1. Perfil del Profesor Universitario.

En el 2020, el profesor Universitario se ha visto a tenido que lidiar con una situación de máxima excepcionalidad como ha sido una pandemia mundial, la COVID-19. Este hecho, ha llevado al docente a tener que reformular sus Competencias Básicas y Profesionales. Asegurando así una docencia en tiempos de Covid de calidad, mediante un perfil docente transferencial, flexible y polivalente.

En el siguiente trabajo se presenta un estudio de cómo se han modificado las competencias profesionales del docente (tabla 1) en tiempos de Covid para asegurar la docencia y aprendizaje.

Tabla 1. Competencias del profesor para desarrollar una enseñanza de calidad.

Fuente: Más Torelló(2012)

COMPETENCIAS	FUNCIÓN DOCENTE: UNIDADES de COMPETENCIA
1. Diseñar la guía docente de acuerdo con las necesidades, el contexto y el perfil profesional, todo ello en coordinación con otros profesionales	1.1. Caracterizar el grupo de aprendizaje. 1.2. Formular los objetivos de acuerdo a las competencias del perfil profesional. 1.3. Seleccionar y secuenciar contenidos disciplinares. 1.4. Diseñar estrategias metodológicas y medios atendiendo a la diversidad de los alumnos y la especificidad del contexto. 1.6. Diseñar el plan de evaluación del aprendizaje y los instrumentos necesarios.

2. Desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje propiciando oportunidades de aprendizaje tanto individual como grupal	2.1. Aplicar estrategias metodológicas y medios didácticos multi-variadas acorde con los objetivos. 2.2. Gestionar la interacción didáctica y las relaciones con los alumnos. Establecer clima social positivo. 2.3. Utilizar las TIC para la combinación del trabajo presencial y no presencial del alumno. 2.4. Gestionar los recursos e infraestructura aportados por la institución así como los entornos virtuales de aprendizaje.
3. Tutorizar el proceso de aprendizaje del alumno propiciando acciones que le permitan una mayor autonomía	3.1 Planificar acciones de tutorización, considerando los objetivos de la materia y las características de los alumnos, para optimizar el proceso de aprendizaje. 3.2. Orientar, de forma individual y/o grupal, el proceso de construcción del conocimiento de los estudiantes. 3.3. Utilizar técnicas de tutorización virtual.
4. Evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje.	4.1. Aplicar el dispositivo de evaluación de acuerdo al plan evaluativo establecido y verificar el logro de aprendizaje. 4.3. Evaluar los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje. 4.4. Promover y utilizar técnicas e instrumentos de autoevaluación discente. 4.5. Tomar decisiones basándose en la información obtenida. 4.6. Implicarse en los procesos de coevaluación. 4.7. Afrontar los deberes y dilemas éticos de la evaluación.
5. Contribuir activamente a la mejora de la docencia	5.1. Participar con otros profesionales en la concepción y elaboración de nuevos instrumentos, materiales y recursos didácticos para ampliar y/o mejorar las competencias profesionales. 5.2. Mantener relaciones con el entorno socioprofesional. 5.3. Participar activamente en acciones de innovación. 5.4. Aplicar técnicas e instrumentos de autoevaluación docente. 5.5. Auto diagnosticar necesidades de formación para la mejora de la docencia.
6. Participar activamente en la dinámica académico-organizativa de la institución.	6.1 Participación en grupos de trabajo y comisiones de docencia. 6.2. Promover la organización y participación de jornadas académicas, debates... 6.3. Participar en el diseño y desarrollo de nuevos planes de estudio

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Son numerosos los trabajos publicados en tan solo un año que hacen referencia a los cambios que ha tenido que afrontar el modelo educativo universitario. La mayoría de ellos, hacen alusión a la digitalización de contenidos (Antonio J. Baladrón et al, 2020), así como a las clases de docencia inversa (Betina Williner, 2021).

3. METODOLOGÍA

La asignatura en la que se centra el estudio es la materia de Ciencia de Materiales I, asignatura de primer curso de carácter común en la rama industrial, del Grado de Ingeniería Mecánica, cursado en la Florida Universitaria.

Se expondrán a continuación, cada una de las variaciones o adecuaciones en las competencias del profesorado, debido a la pandemia Covid 19.

3.1. Diseño de la guía docente

Las necesidades y contexto del alumnado, así como del profesorado, habían variado de manera notable, por lo que se tuvo que realizar una adenda a la Guía Docente inicial de la asignatura. En la adenda, se tuvieron en cuenta:

- Caracterización del grupo de aprendizaje. El grupo de alumnos no variaba.
- Diagnóstico de necesidades. Los alumnos que realizaban la materia, tenía unas necesidades muy diferentes a las iniciales, pues la situación era diferente, viéndose aminoradas a cero las relaciones sociales, así como la carga emocional a la que estaban sometidos. Por lo tanto la metodología, debería suplir de alguna forma estas carencias.
- Seleccionar y secuenciar contenidos disciplinares: Se optó por mantener los contenidos y su secuenciación, pero no la temporalización de los mismos.
- Diseño de estrategias metodológicas: El contexto en el que se encontraban los alumnos y los docentes era diferente al ámbito universitario común. Los contenidos ahora no se darían en un aula física, si no en un aula virtual, por ello se optó por la realización de contenido multimedia y actividades virtuales. Además, se diseñó un calendario docente de manera que los alumnos pudieran tener sesiones síncronas con el profesor y asíncronas, favoreciendo las diferentes casuísticas de los alumnos en sus hogares.
- Diseñar plan de evaluación: es importante poder evaluar el aprendizaje de los alumnos con los instrumentos necesarios, y en el contexto virtual se optó por la evaluación mediante presentaciones de casos prácticos.

3.2. Desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje

La forma que tienen los docentes de asegurarse que los contenidos llegan a los alumnos es mediante la planificación y diseño del modelo enseñanza-aprendizaje.

Durante la pandemia, los alumnos han contado con diferentes recursos materiales y espacio temporales a los que están habituados. Por ellos, el modelo de enseñanza tiene que ir acorde, o al menos intentar llegar al número máximo de alumnos matriculados en la asignatura. La pandemia, propició el autoaprendizaje acompañado, y la autonomía en el estudio.

Por ello, se decidió ofrecer clases virtuales con contenido multimedia, elaborado por el profesor, como videos, lecturas, ejercicios, etc. Estas clases además podían seguirse en directo, o de manera asíncrona, pues se dejan los contenidos grabados con acceso ilimitados a los mismos.

Se programaban sesiones de 2h, en la que los alumnos sí que debían conectarse para la realización de resolución de casos prácticos en grupo. De manera que se pudieran desarrollar competencias transversales como trabajo en grupo, liderazgo, pensamiento crítico, etc. Y, además, y no menos importante, se fomentaba la interacción socio-virtual entre compañeros de estudio.

Los recursos que se emplean son el portal web de Florida Universitaria, Florida Oberta, así como diferentes aplicaciones de Microsoft como Teams, Power Point, etc, y plataformas de reproducción de vídeos como You Tube.

3.3. Tutorización

Existe un horario flexible de tutorías. El alumnado se pone en contacto con el docente a través del correo electrónico y establecen entre ambos una cita para la realización de una tutoría vía Teams.

Durante las tutorías virtuales, es importante que tanto docente como alumno tengan las cámaras conectadas, de manera que se pueda interpretar por parte del docente el lenguaje no verbal del alumno.

3.4. Evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje

El hecho de que la metodología hubiera sido online, hacía que la evaluación de los mismos, no pudiera seguir tampoco el método convencional, sino, que debía ajustarse a lo hecho en las clases.

Por ello, se optó por generar grupos de trabajo, de manera que los alumnos trabajaban por grupos de entre 4 y 5 personas. Cada grupo debía explicar y/o dar solución a un caso práctico pensado por ellos mismos que tuviera estrecha relación con la materia estudiada.

De esta forma, se genera un estudio global de la materia, una capacidad de pensamiento crítico y constructivo, y con habilidades resolutivas.

La evaluación se realiza mediante una exposición oral virtual en sesión abierta, donde todos los alumnos de la asignatura están presentes pudiendo realizar preguntas al grupo que expone, así como generar más pensamiento crítico acerca del caso.

Este método de evaluación garantiza la autoría y la identidad del alumno en el proceso de evaluación.

3.5. Mejora de la docencia

Se propone realizar diferentes estudios comparativos, entre asignaturas del mismo campo. Tanto de la misma Universidad como de otros centros nacionales e internacionales de manera que se puedan establecer puntos de mejora en la metodología y evaluación.

4. RESULTADOS

La evaluación de la metodología impartida se realiza mediante:

- Análisis de participación activa del alumnado
- Índice de éxito
- Encuesta de valoración del alumnado

4.1. Participación activa del alumnado

La participación activa del alumnado se mide en función de si el alumno ha realizado las diferentes tareas de la materia. Entendiendo como tareas las siguientes:

- Visionado de videos
- Resolución de problemas en aula virtual
- Trabajo en grupo semanal
- Resolución de caso práctico.

Se define como alumno activo, aquel que ha participado en más de un 75% de las tareas descritas. De esta forma, la participación activa de los alumnos, empleando la metodología descrita, es favorable, ya que han participado un 68.5% de alumnos matriculados.

4.2. Índice de éxito

Se define tasa índice de éxito de la asignatura como:

De esta forma, el Índice de éxito de la asignatura fue de un 94%.

4.3. Encuestas de valoración del alumnado

Previo a las calificaciones finales del alumnado, se procedió a pasarles una encuesta relacionada con la metodología seguida en la asignatura. Mediante el análisis estadístico de las encuestas contestadas se llegaron a los resultados que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados encuesta valoración alumnado

Pregunta	Nueva metodología
Mi grado de satisfacción con la metodología empleada en tiempos de Covid ha sido:	7.8
Consideras que has aprendido lo esperado en el curso:	SI 87%

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A la vista de los resultados obtenidos de satisfacción de los alumnos, con la metodología empleada conviene compararla con cursos anteriores, donde la docencia ha sido 100% presencial y mediante clases tradicionales. De esta forma, se puede verificar si realmente se ha alcanzado o no el grado de satisfacción deseado.

La figura 2 muestra la valoración del grado de satisfacción de los alumnos con la metodología empleada, desde el curso 2015/2016, hasta el curso 2019/2020 (año de docencia inversa en tiempos de Covid).

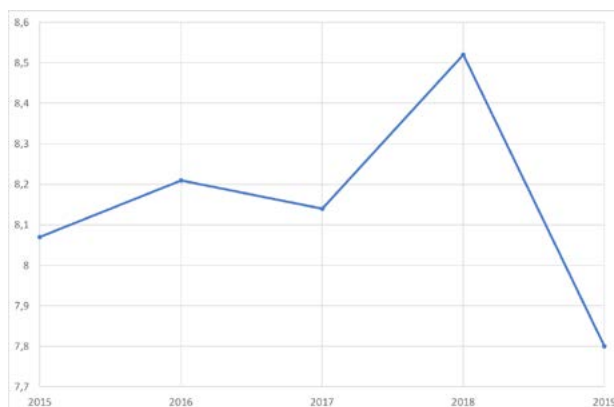


Figura 2. Valoración metodología empleada por curso académico.

Como puede verse en la figura 2, se puede decir que la valoración de la clase inversa, con metodología online en tiempos de Covid ha obtenido una calificación buena, pero por debajo de las calificaciones obtenidas de la docencia presencial. La media de la puntuación en docencia tradicional es de un 8.23, mientras que la docencia inversa se queda en un 7.8.

Obtener una diferencia de 0.4 puntos es algo que ha de leerse como positivo, dada la situación emocional en la que se encontraban los alumnos. Este estudio abre la puerta a realizar la misma comparativa con clases inversas presenciales, viendo si la presencialidad afectaría notablemente a la valoración.

6. CONCLUSIONES

La adaptación de las competencias del profesorado, y variación de la metodología docente ha sido completamente necesaria en el 2020 a causa de la pandemia mundial Covid 19.

La metodología presentada en este trabajo, tal y como demuestran los resultados obtenidos, ha sido buena, entendiendo por una buena metodología y evaluación, como aquella que consigue que los estudiantes participen y alcancen los conocimientos necesarios en la materia, así como las diferentes competencias transversales que les harán profesionales más completos en el futuro.

REFERENCIAS

- Óscar Mas Torelló (2012, mayo). *Las competencias del docente universitario: la percepción del alumno, de los expertos y del propio protagonista*. Revista de docencia universitaria, Vol.10 (2), 299-318.
- Antonio J. Baladrón Pazos, Beatriz Correyero Ruiz, Benjamín Manchado Pérez (2020). *La transformación digital en comunicación durante la crisis de la COVID 19 en España: una aproximación desde la perspectiva del alumnado*. RLCS, Revista latina de comunicación Social, 78, 265-287.
- Betina Williner (2021, enero). *La clase invertida a través de tareas. Una experiencia durante el periodo de aislamiento por COVID 19 en carreras de ingeniería*. Revista Iberoamericana de tecnología en educación y educación en tecnología, 28, 48-55.

Sistema de Seguimiento de la Formación en MOOC – Oportunidad de mejora

D'Angelo, Eugenio^a, Formica, Costantino^b, Dimopoulou, Nefeli^c,
Kazantzidou, Natassa^d, Aristidis, Protosaltis^e, Schorer, Antonia^f,
Gavalas, Damianos^g, Kostas, Apostolos^h, Makrides, Gregoris A.ⁱ,
Kyrillou, Roula^j, Bou, Eva^k, Montava, Ignacio^l, Belda, Raquel^m.

eugenio.dangelo@unipegaso.it; costantino.formica@unipegaso.it; nefeli@idec.gr;
natassa@idec.gr; Aristidis.Protosaltis@ili.fau.de; antonia.schorer@ili.fau.de; dgavalas@aegean.gr;
apkostas@aegean.gr; makrides.g@eaecnet.com; kyrillou.r@eaecnet.com; evbobel@upvnet.upv.es;
imontava@txp.upv.es; rabelan@txp.upv.es

^{a, b} Pegaso Online University. Department of Law and Economics. Via G. Porzio - Centro
Direzionale Isola F2, 80143 Naples, Italy

^{c, d} IDEC SA. Iroon Polytechniou 96, 3rd floor, 18536 Peiraias, Greece

^{e, f} Friedrich-Alexander-Universität. Schlossplatz 4, 91054 Erlangen, Germany

^{g, h} University of Aegean. Department of Product and Systems Design Engineering.
Lofos Panepistimiou 81100, Greece

^{i, j} European Association Erasmus Coordinators. Stasinou 36, Office 104, Strovolos,
2003 Nicosia, Cyprus

^{k, l, m} Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Textil y Papelera.
Plaza Ferrandiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoy, España

ABSTRACT

Technological advances, a more digital society and the new circumstances and needs arising from the pandemic era have increased in the supply and demand for MOOCs. Improving knowledge, competences and skills are the main reasons why a student enrolls in a MOOC. But do we know how these offered courses help the graduate to fulfil their purpose?

The aim of the ASTRE project is to establish a tracking system for MOOC and online course graduates to determine the level of achievement of students' needs, and to develop a guide for providers to integrate the tracking system into their quality management system on an ongoing basis.

To find out the current situation of the monitoring carried out by the providers of these course and to develop a survey as the main tool of the proposed monitoring system, are some of project activities carried out. The information gathered has revealed low evaluation of the impact of these courses on the student and little use of the information as an opportunity for improvement.

Keywords: survey, management system, graduate, quality, teaching, online courses,

RESUMEN

Los avances tecnológicos, una sociedad más digital y las nuevas circunstancias y necesidades surgidas de la época de pandemia, han favorecido el incremento de la oferta y demanda de los MOOC. Mejorar los conocimientos competencias y habilidades son las principales razones por las que un estudiante se inscribe en un MOOC. Pero, ¿conocemos el grado en el que estos cursos ofertados ayudan al graduado a cumplir su finalidad?

El objetivo del proyecto ASTRE es establecer un sistema de seguimiento de los graduados de MOOC y cursos online para determinar el grado de consecución de las necesidades de los estudiantes, y elaborar una guía para que los proveedores puedan integrar el sistema de seguimiento de forma permanente dentro de su sistema de gestión de calidad.

Conocer la situación actual del seguimiento realizado por los proveedores de estos cursos y la elaboración de una encuesta como instrumento principal del sistema de seguimiento planteado, son las actividades del proyecto llevadas a cabo. Los resultados han revelado una baja evaluación del impacto de estos cursos sobre el estudiante y un escaso aprovechamiento de la información recopilada a través de las consultas realizadas a egresados como oportunidad de mejora.

Palabras clave: encuesta, sistema gestión, egresado, calidad, enseñanza, cursos online.

1. INTRODUCCIÓN

Los cursos MOOC (*Massive Online Open Courses*) poseen características diferenciadoras frente a los tradicionales cursos en línea, siendo éstas: la masificación, autonomía, apertura y gratuidad. Es masivo porque permite llegar a millones de alumnos de diversos países y culturas, permitiendo la creación de entornos virtuales de aprendizaje sin estar limitados por el espacio físico y el factor tiempo. Además, facilita el estudio autónomo porque el estudiante sigue un ritmo atendiendo a sus posibilidades, estableciendo su propia ruta de aprendizaje. No obstante, estas propiedades tienen su lado negativo, porque la masividad no permite un trato individual con el alumno, hay ausencia de interacción y una falta de adecuación de la formación a las necesidades específicas de los estudiantes (Silva A.M., 2018). Además, si atendemos a la parte de la organización, para el desarrollo de un MOOC se necesita de una estructura y una financiación mínima, así como formadores apropiadamente formados en este tipo de enseñanza (Cano, M., Maite, F., Lanna, C., 2015). Por ello, para un proveedor de MOOC, que un curso ofrecido sea de calidad y cumpla las expectativas de los alumnos que lo realizan, garantiza el aumento de la demanda del servicio ofrecido y, por lo tanto, el éxito.

Se han realizado numerosos estudios sobre la evaluación de la calidad de los MOOC en cuanto a aspectos como el aprendizaje, las actividades y tareas, los medios y recursos, la interactividad y la evaluación. Investigaciones como las llevadas a cabo por Roig, Mengual, & Suárez (2014), sobre la evaluación de la calidad pedagógica de los MOOC; así como la realizada por Raposo, Martínez, & Sarmiento (2015), sobre los componentes pedagógicos de los cursos online masivos. Estos estudios concluyen que los MOOC tienen una base pedagógica sólida y son igual de eficaces que otros modelos de aprendizaje.

Sin embargo, la trascendencia que los cursos impartidos han tenido sobre las competencias profesionales y personales de los estudiantes, es decir, cuestiones tales como: ¿los MOOC mejoran o amplían los conocimientos, competencias, habilidades del estudiante? ¿les ayuda a prosperar en su estatus profesional?, la literatura existente hasta la fecha no ha terminado de profundizar.

Para poder responder a estos puntos, es necesario realizar un mapeo de los proveedores de MOOC para conocer la situación actual de cómo evalúan la efectividad de la formación ofertada. Y, en base a esta investigación, establecer un sistema de evaluación y seguimiento para recoger la información necesaria que permita determinar el impacto que la formación recibida por los egresados ha tenido en sus conocimientos y en su situación profesional; de forma que, permita establecer propuestas de mejoras que oriente hacia un aprendizaje que contribuya a la formación integral de los estudiantes y satisfagan sus necesidades e inquietudes.

1.1. Sistema de Gestión de Calidad

Conforme a la ISO9001 (2015), un Sistema de Gestión de Calidad se define como el conjunto de actividades coordinadas encaminadas a dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad, siendo la calidad el grado en el que se cumplen los objetivos definidos para un determinado producto o servicio. El objetivo principal de un sistema de gestión de la calidad es impulsar la mejora continua de la calidad de los servicios y productos ofertados, lo que se traduce en un incremento de la satisfacción del cliente. Para conseguir este propósito, debe de realizarse una evaluación **continua y metódica** del grado en el que el producto o servicio suministrado por la organización cumple con los **requisitos y expectativas de sus clientes**.

Los procesos y programas educativos deben de cumplir y satisfacer las necesidades de los alumnos, como clientes de las formación, enseñanza y aprendizaje. Por ello, las instituciones y organizaciones educativas deben de diseñar y desarrollar la formación para que ésta sea útil y provechosa para asumir y resolver los problemas de la vida (Lepeley M.T., 2001).

Teniendo en cuenta que la formación es un servicio que tiene que satisfacer al cliente, debe estar sujeta a una adecuada evaluación, como se requiere en todo sistema de calidad (Muñoz, J.M., Espiñera, E.M., Rebollo, N., 2015).

1.2. Proyecto ASTRE

El proyecto ASTRE (*Automatic System Tracking E-Learning*) tiene como objetivo desarrollar un sistema de seguimiento para los graduados que han finalizado un MOOC y establecer una guía para ayudar a los proveedores de estos cursos a integrarlo dentro de su sistema de gestión calidad.

El proyecto, que arrancó en noviembre de 2019, está dividido en dos bloques de trabajo. En el primer bloque de trabajo consiste en evaluar el contexto actual de los cursos MOOC y el seguimiento que se realiza de los mismos, para establecer una herramienta que permita el seguimiento de la formación y la huella que ha dejado en el egresado. Para probar esta herramienta, se llevará a cabo una prueba piloto en diferentes plataformas de MOOC y cursos e-learning. El segundo paquete consiste en desarrollar una guía metodológica para implementar el sistema de seguimiento como un mecanismo permanente e integrarlo dentro del sistema de gestión de calidad de las organizaciones proveedoras de estos cursos.

Es un proyecto en el que participan 6 socios de cinco países de la Unión Europea (España, Alemania, Grecia, Chipre e Italia). El grupo de los socios está formado por una empresa griega dedicada a la promoción del aprendizaje permanente y, en concreto, del aprendizaje electrónico (IDEC), por la Asociación Europea de Coordinador Erasmus de Chipre (EAEC) y por cuatro universidades (FAU-Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nuremberg, PEGASO-Universidad en línea de Pegaso, UAEGEAN- Universidad del Egeo y UPV-Universitat Politècnica de València) (Automatic System for TRacking E-Learners [ASTRE], 2019).

El proyecto ASTRE ha recibido financiación de la Agencia Nacional Española Erasmus + de la Unión Europea bajo el acuerdo de subvención no 2019-1-ES01-KA204-065644. Las opiniones, resultados y conclusiones o recomendaciones expresadas en este documento son las de los autores y no reflejan necesariamente la opinión de la Unión Europea.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Existen innumerables trabajos relativos a los MOOC, desde artículos que recoge definiciones, origen, características, debilidades y fortalezas, hasta numerosos análisis y revisiones desde diferentes perspectivas y escenarios; pero todos ellos, desde un enfoque metodológico y pedagógico de los MOOC. Sobre el seguimiento de los alumnos, cabe citar algunos de los estudios de casos realizados en los que se hace un seguimiento del graduado desde el punto de vista de analizar el perfil de los estudiantes que participan en un MOOC, motivaciones por las que se inscriben, detectar motivos de no finalización o conocer su satisfacción sobre el curso realizado. Mencionar, “¿Qué sabemos de los estudiantes de los MOOC? Un estudio de caso” (Sánchez, E., López, D., Sánchez, E., Ruiz, R., 2018) y “Análisis de un caso de estudio de MOOC” (Bernal, M.C., Prendes, P., 2017). La utilización de una encuesta como instrumento para medir la valoración de los MOOC por parte de estudiantes, la importancia de recibir una certificación tras haberlo superado, la tasa y causas de abandono, además de la eficacia de los cursos, podemos encontrarlas en los trabajos “MOOC: medición de satisfacción, fidelización, éxito y certificación de la educación digital” (González de la Fuente, A., Carabantes, D., 2017) y “Aproximación al abandono en los cursos online masivos y gratuitos MOOC” (González, A., Casaravilla, A. Fernández, T., 2017).

Todos estos estudios se han centrado en evaluar el funcionamiento de los MOOC, la efectividad en la metodología, el proceso para certificar la participación o cómo evaluar al alumno y la adaptación de las metodologías de evaluación a procesos online. Sin embargo, no se ha evaluado el impacto de la docencia en el estudiante, si el MOOC realmente ha tenido un impacto en el egresado. Este impacto puede ser considerado a distintos niveles, evidentemente uno de ellos a nivel profesional por conseguir incrementar las habilidades y adquirir competencias que le permiten un salto laboral (ascenso, cambio de empleo, etc.), o bien porque supone adquirir conocimientos a nivel personal como hobby o curiosidad del alumno que ha cursado el MOOC.

3. METODOLOGÍA

El proyecto consta de un análisis inicial para conocer y profundizar en la situación de los MOOCs en los diferentes países implicados en el proyecto, las plataformas proveedoras más relevantes, áreas/temas que ofrecen, popularidad que tienen y el grado de implantación de los sistemas de seguimiento.

Complementario al estudio del contexto de los cursos abiertos masivos en línea, se realizaron encuestas y entrevistas a diferentes proveedores para conocer el escenario y los detalles de los MOOC ofertados e identificar las necesidades de los proveedores en cuanto a actividades de seguimiento de la formación. Se elaboró y se difundió una encuesta a más de 200 proveedores de cursos de diferentes países, con el propósito de recoger respuestas de al menos de 40 proveedores de 10 países diferentes. Para el diseño de la encuesta se utilizó la herramienta EUSurvey y se prepararon preguntas para recoger la información requerida, tal como años de experiencia de los proveedores en cursos MOOC, tipo de cursos ofertados, duración, oferta de certificado de asistencia, ratio de abandono, oferta de programa de asesoramiento profesional

a los alumnos, realización de seguimiento de los alumnos en cuanto a su desarrollo profesional y académico y del tratamiento de estos datos, entre otras.

Tras el análisis de los resultados que se exponen más adelante, se pasó a la fase de diseño de la herramienta de seguimiento a implantar para evaluar y conocer el impacto de la formación en los graduados. La herramienta planteada se basa en una encuesta que recopila datos cualitativos y cuantitativos para medir indicadores específicos. Para ello, en una etapa previa y tomando como base las conclusiones obtenidas del contexto actual de los proveedores y los MOOC, se han establecido unos objetivos e indicadores en función de los cuáles se han preparado unas preguntas y definido un plan de muestreo. Para el desarrollo y el envío de la encuesta del sistema de seguimiento se han utilizado las aplicaciones Google Forms y EUSurvey, herramientas sencillas y útiles que nos sirve para recoger información de un usuario y posteriormente aprovechar esta información. Algunas de las ventajas que ofrecen estas aplicaciones son: diseño personalizado de formularios, múltiples usuarios pueden crear respuestas al mismo tiempo, accesibilidad, no requiere de aplicaciones extra para responder la encuesta, estadística de las respuestas, etc. Esta herramienta será puesta a ensayo, mediante una prueba piloto que consiste en el lanzamiento de la encuesta a más de 8000 graduados de cursos MOOC, a través de las plataformas de las universidades participantes en el proyecto.

El proyecto culmina con la elaboración de una guía que sirva de apoyo y orientación a los proveedores, para poder implantar el sistema de seguimiento y les ayude a superar los inconvenientes y dificultades que han quedado reflejados en los resultados de las encuestas. Así mismo, como se ha indicado, todo sistema de seguimiento es pilar fundamental de los sistemas de gestión de calidad. La importancia de integrarlo dentro del sistema de gestión de la organización como instrumento para *determinar y seleccionar las oportunidades de mejora e implementar acciones para garantizar* y alcanzar la consecución de las necesidades y la satisfacción del graduado, también se recoge en esta guía.

4. RESULTADOS

De las encuestas enviadas a los proveedores, se obtuvieron 59 respuestas válidas de 27 países diferentes de todo el mundo:

- 40 respuestas de países de la UE, incluidos los países de los socios participantes: Chipre, Alemania, Grecia, Italia, España, Bélgica, Bulgaria, Eslovenia, Estonia, Finlandia, Irlanda, Lituania, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reunión (Francia), Reino Unido y Ucrania. 19 respuestas de países de fuera de la UE: Colombia, Etiopía, Jordania, Líbano, Libia, Marruecos, México y Turquía.

De la información recopilada de estas encuestas y su análisis estadístico, resaltar:

- la mayoría de proveedores ofrecen cursos desde hace 1-5 años (46,7%) y 6-10 años (40%). Solo un 3,33% lleva más de 15 años ofreciendo estos cursos. El 45,7% de los cursos ofertados por los proveedores no superan las 4 semanas de duración, 35,7% entre 4-10 semanas, mientras que alrededor del 18,6% superan las 10 semanas.
- Alrededor del 45 % de los encuestados ofrece un certificado de asistencia o una acreditación de los conocimientos.
- Hay un porcentaje muy variable en cuanto a la tasa de finalización, pero pone de manifiesto que hay un número destacable de alumnos que abandonan el curso durante su transcurso. El 28,8% de los proveedores informaron que solo entre el 0-25% de los alum-

nos completaron el curso, y el 20,3% de los proveedores informaron que estas cifras oscilan entre el 75-100% de los alumnos.

- Sobre la asistencia a más de un curso MOOC, sí que refleja que los alumnos que realizaron un curso se inscriben en otros cursos posteriores. Pero cabe destacar que un 30,5% de los proveedores no tenía conocimiento de este dato por una falta de seguimiento del alumno tras la finalización del curso.
- Respecto a las motivaciones de los alumnos por apuntarse a un curso, señalar que el desarrollo profesional es la primera razón, seguido por la certificación-enriquecimiento del CV y el desarrollo personal.
- Sobre la consulta de la disponibilidad de un sistema de seguimiento implantado, las encuestas desvelan que sólo el 32% de los proveedores realiza un seguimiento de los alumnos y sólo el 26,67% hace un seguimiento del desarrollo profesional de los graduados. Las razones principales indicadas por los proveedores es la falta de tiempo, apoyo, recursos y de una herramienta, entre otras. A este pequeño porcentaje de seguimiento se le suma el bajo éxito de respuesta por parte de los alumnos. Los métodos empleados para el seguimiento de los graduados son el mail, seguido por la encuesta en línea y las redes sociales.
- En cuanto a la utilización de los datos recogidos mediante el sistema de seguimiento disponible, el 65 % de los encuestados no contestaron. De los que respondieron, solo 23,33% considera la información aportada por el sistema de seguimiento, aunque solo el 15 % admite analizar y utilizar los datos para la extracción de nuevos conocimientos.

Las 9 entrevistas en profundidad que se realizaron concluyeron con información semejante a la obtenida con las encuestas, reafirmando que pocos proveedores disponen de un sistema de seguimiento de los alumnos implantado, así como, los inconvenientes enumerados para implementar este rastreo y utilizarlos de manera continua, formando parte de su sistema de gestión.

La herramienta de encuesta, núcleo del proyecto, ha sido diseñada y editada utilizando dos aplicaciones de formularios, Google forms y EUSurvey. En la fase de prueba, ésta ha sido lanzada a más de 8000 graduados. Este ensayo proporcionará información relevante que los proveedores de MOOC podrán utilizar para establecer posibilidades de mejora, pudiéndose actuar sobre la estructura del curso, pasando por mejoras pedagógicas, una revisión de los propios contenidos, materiales y ejercicios propuestos. Todo ello, encaminado a aumentar la satisfacción del egresado que requiere mejorar su capacitación profesional que le permita adaptarse y responder a las nuevas demandas del mercado laboral y de la sociedad.

5. CONCLUSIONES

Cada vez más, las personas están actualizando y mejorando sus competencias a través de la realización de cursos masivos abiertos en línea, lo que ha provocado un aumento considerable de este servicio, tanto en plataformas de universidades como en otras organizaciones dedicadas a la enseñanza y la formación online.

Los resultados de las investigaciones y estudios realizados recogen que el seguimiento realizado sobre los estudiantes que reciben estos cursos, está poco implantado y con deficiencias para explotar los datos y establecer oportunidades de mejora que aumenten la satisfacción del alumno, como cliente de un servicio.

La disponibilidad de una herramienta de seguimiento, así como una guía que proporcione una orientación metodológica para facilitar su implantación con recursos propios e integrarlo dentro del sistema de gestión de calidad de la organización, puede aportar oportunidades de mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje, viéndose beneficiados tanto egresados, profesores y proveedores de MOOC.

REFERENCIAS

- Automatic System for TRacking E-Learners (2019). Project Erasmus Number: 2019-1-ES01-KA204-065644. <http://trackingelearners.eu/>
- Bernal, M.C., Prendes, P. (2017). *Análisis de un caso de estudio de MOOC*. IV Congreso Internacional Sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. Zaragoza. 351-356pp.
- Cano, M., Maite, F., Lanna, C. (2015). *Cursos en línea masivos y abiertos: 20 expertos delinear el estado de la cuestión*. Relatec- Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, Vol. 14 (2). Barcelona. 25-37pp.
- González, A., Casaravilla, A., Fernández, T. (2017). *Aproximación al abandono en los cursos online masivos y gratuitos MOOC*. Congresos CLABES. Congresos Recuperado a partir de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1682>.
- González de la Fuente, A., Carabantes, D. (2017). *MOOC: medición de satisfacción, fidelización, éxito y certificación de la educación digital*. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20(1), pp. 105-123.
- Lepeley, M.T. (2001). *Gestión y calidad en educación: un modelo de evaluación*. Santiago de Chile. 126pp.
- Muñoz, J.M., Espinera, E.M., Rebollo, N., (2015). *Evaluación de la formación mediante indicadores de calidad*. Revista de estudios e investigación en psicología y educación, A Coruña. 95-99pp.
- Organización Internacional de Normalización (2015). *Sistemas de gestión de la calidad (ISO9001)*.
- Raposo, M., Martínez, E., Sarmiento, J.A. (2015). *Un estudio sobre los componentes pedagógicos de los cursos online masivos*. Comunicar, Revista científica de Educomunicación, Vol. XXII, nº44. Ourense-Pontevedra. 27-35pp.
- Roig, R., Mengual, S., Suárez, C. (2014). *Evaluación de la calidad pedagógica de los MOOC*. Profesorado, Revista de curriculum y formación del profesorado, Vol. 18, nº1. Alicante-Valencia. 27-41pp.
- Sánchez, E., López, D., Sánchez, E., Ruiz, R. (2018). *¿Qué sabemos de los estudiantes de los MOOC? Un estudio de caso*. Publicaciones, 48 (2). Melilla. 197-212pp.
- Silva A.M. (2018). *Sistema de gestión para el desarrollo de cursos MOOC a partir de la generación de criterios de calidad en las instituciones educativas*. Bogotá. 275pp.

CONEXIÓN ENTRE LAS ENSEÑANZAS MEDIAS Y LA UNIVERSIDAD

El proyecto Formula Student como puente entre la Formación Profesional y la Universidad

E. Palomares^a, A.L. Morales^a, M. Félix^b, J.M. Chicharro^a y
M. Melero^a

Eduardo.Palomares@uclm.es; AngelLuis.Morales@uclm.es; Miguel.Felix@alu.uclm.es;
JoseManuel.Chicharro@uclm.es; Miguel.Melero@uclm.es

^aUniversidad de Castilla-La Mancha, E.T.S. Ingeniería Industrial, Edificio Politécnico,
Avda. Camilo José Cela s/n, 13071, Ciudad Real, España

^bIES Maestre de Calatrava, Paseo de la Universidad Nº1, 13005, Ciudad Real, España

ABSTRACT

Vocational Training and University must work together in the formation of future professionals. In this work we describe the collaboration of both in developing the Formula Student project, which consists of designing, manufacturing and assembling a racing vehicle. The project has been developed by students of the E.T.S. of Industrial Engineering of Ciudad Real and the Vocational Training Cycle of Automotive and Welding of the I.E.S. Maestre Calatrava. The partnership between both institutions has been a successful experience where students have developed the competences they acquire during their studies. The methodology has been Problem-Based Learning (PBL), allowing students to break away from classical learning techniques and motivating their participation in the project.

Keywords: Formula Student, PBL, Vocational Training, Mechanical Engineering

RESUMEN

La Formación Profesional y la Universidad deben de ir juntas en el proceso de formar a los profesionales del futuro. En este trabajo expone la colaboración de ambas para el desarrollo del proyecto Formula Student, para el cual se debe diseñar, fabricar y montar un vehículo de competición. El proyecto ha sido desarrollado por estudiantes de la E.T.S. de Ingeniería Industrial de Ciudad Real y del Ciclo Formativo de Automoción y Soldadura del I.E.S Maestre Calatrava. La colaboración entre ambos centros ha resultado una experiencia exitosa donde los estudiantes han desarrollado las competencias que adquieren durante sus estudios. La metodología ha sido el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), permitiendo a los estudiantes salir de técnicas de aprendizaje clásicas y motivando su participación en el proyecto.

Palabras clave: Formula Student, ABP, Formación Profesional, Ingeniería Mecánica

1. COMPETICIÓN FORMULA STUDENT

A finales de los 80, en Estados Unidos, se desarrollaba la competición BAJA SAE, donde estudiantes diseñaban y fabricaban un vehículo de car-cross. El principal problema de esta competición era el reglamento tan restrictivo al que los estudiantes tenían que ceñirse para sus diseños. Es por ello, que en 1978, el profesor Mark Marshak (Universidad de Houston) propusiera a la SAE (Society of Automotive Engineers, en sus siglas en inglés), un nuevo modelo de competición, que acabaría denominándose Formula SAE. Esta nueva competición consistía, y consiste, en diseñar y fabricar un monoplaza para participar en la competición internacional de Formula Student (FS), donde tendrán que competir con otras universidades y ser capaces de superar diversas pruebas.

La primera edición de esta competición se desarrolló en 1981, organizada por la SAE. El objetivo, era complementar la formación de los estudiantes de ingeniería, en concreto en la rama del automovilismo (Fig. 1). Para aumentar el interés y prestigio de esta competición, el evento suele desarrollarse en los grandes templos del automovilismo, como son los circuito de Monza, Silverstone, Hockenheim o el Circuit de Catalunya, entre otros. Además, el hecho de que se celebre en distintos países, hace que los eventos desarrollados en cada nación sean cada vez más internacionales.



Figura 1. Formula SAE de University of Texas at Arlington (1986). Fuente: University of Texas at Arlington News Service Photograph Collection - UTA Libraries Digital Gallery

1.1. Proyecto FS en la E.T.S. de Ingeniería Industrial

La E.T.S. de Ingeniería Industrial de Ciudad Real (ETSII-CR) ha desarrollado el proyecto FS en dos ocasiones, 2012-2015 y desde 2017 hasta la actualidad. Durante el primer periodo, se participó en tres certámenes, dos en el Circuit de Catalunya y otra en Monza (Italia) consiguiendo los resultados de la Tabla 1. En el periodo 2015-2017, el proyecto sufrió una pausa debida principalmente a la reducción de los integrantes del equipo y a la reducción del presupuesto.

Tabla 1. Resultados en el periodo 2012-2015. CO: Cost; BP: Business Presentation; ED: Engineering Design; AC: Acceleration; SP: Skid Pad; AX: Auto Cross; EN: Endurance; FU: Fuel; PE: Penalty; WP: World Ranking

Year	Event	Position	CO	BP	ED	AC	SP	AX	EN	FU	PE	Points	WR
2015	ES	26/28	16	27	26	-	-	-	-	-	0	129	439
2014	ES	23/25	20	14	21	22	18	13	-	-	0	149	449
2013	IT	39/42	33	38	33	30	20	29	30	-	-50	83	474

A finales de 2017, el proyecto se volvió a retomar, ejecutándose hasta la actualidad con las siguientes líneas de actuación:

- **Participación bienal en el evento.** Esta decisión permite disminuir la presión sobre los estudiantes y reducir los costes.
- **Disposición de dos monoplazas,** al menos uno en funcionamiento. De esta manera, se tendría siempre un vehículo donde probar nuevas soluciones y diseños.
- **Asesoramiento en el proceso de fabricación y montaje** por parte de Ciclos Formativos.
- **Promoción del equipo, escuela y UCLM.** Además, permite mostrar y transmitir a la sociedad los resultados de estudiar en la UCLM y la formación de calidad de sus estudiantes.

1.2. Equipo FS UCLM Racing Team

En la actualidad, el equipo está formado por cuatro profesores/tutores y 27 estudiantes de ingeniería. De estos docentes, tres son PDI de la ETSII-CR y el restante docente del Ciclo Formativo (FP) de Automoción y Soldadura del I.E.S Maestre Calatrava. De los estudiantes, cuatro cursan actualmente el Máster de Ingeniería Industrial, mientras que los otros 23 son estudiantes de diversos Grados (Ing. Mecánica, Eléctrica y, Electrónica Industrial y Automática).

Además de los estudiantes de la ETSII-CR, más de 50 estudiantes del I.E.S Maestre Calatrava han participado en la fabricación y montaje del vehículo. Aunque la normativa impide que éstos puedan participar como integrantes del equipo en el evento, el proyecto se apoya de manera importante en los profesores y estudiantes del Ciclo de FP, siendo todos ellos también parte fundamental del equipo.

1.3. Instituto de enseñanza secundaria « Maestre de Calatrava »

El I.E.S. Maestre de Calatrava es un instituto público de enseñanza secundaria de Ciudad Real, distinguido por la calidad de sus diversas enseñanzas y comprometido en la atención al alumnado y su familia. Este centro es conocido por la cantidad y calidad de estudios de Formación Profesional que ofrecen, en concreto relacionadas con la automoción, como son:

- Ciclo Formativo de Grado Medio de carrocería.
- Ciclo Formativo de Grado Medio de electromecánica de vehículos.
- Ciclo Formativo de Grado Medio de electromecánica de maquinaria.
- Ciclo Formativo de Grado Superior de automoción.
- Curso de especialización de vehículos híbridos y eléctricos.

Por esta razón, y dada la proximidad a la ETSII-CR, se presentó como una gran oportunidad de colaboración entre Universidad y Formación Profesional. Los docentes de FP son especialistas en actividades prácticas que los ingenieros, tanto estudiantes como profesores, no aprenden o ejecutan puntualmente. Por ello, su asesoramiento y participación en el proyecto (incluyendo estudiantes) es de gran valor y ayuda.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO FS

El proyecto FS busca principalmente permitir a los estudiantes adquirir los siguientes objetivos :

- **Poner en práctica las competencias adquiridas en sus estudios de Grado.** Además, al ser el FS un proyecto multidisciplinar, permite a los estudiantes acercarse a ramas de la ingeniería distintas a las del Grado que realizan, adquieren conocimientos adicionales.
- **Trabajar en equipo.** Para el desarrollo del proyecto el equipo se divide en distintos grupos (chasis, suspensión, electricidad, etc.). Cada uno de ellos tiene un encargado que coordina al resto de su grupo y se encarga de transmitir sus avances al resto del equipo.
- **Formarse como ingenieros de competición.**

2.1. Metodología de trabajo

Para alcanzar estos objetivos, se ha empleado la metodología de *Aprendizaje Basado en Proyectos* (ABP), que comenzó a implantarse en la década de los 60 en la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster en Canadá (Walsh, 1978). Esta metodología escapa de los métodos tradicionales de transmisión-adquisición de conocimiento permitiendo a los estudiantes realizar un autoaprendizaje (Blumer y Mitchell, 1992; Norman y Schmidt, 1992). De esta manera, los estudiantes aprenden y desarrollan sus competencias mientras resuelven el problema al que se enfrentan, no solo de manera individual sino también grupal. Por ejemplo, para el desarrollo de la suspensión, los estudiantes tienen que investigar acerca de las posibles geometrías de suspensión, realizar los cálculos de sus elementos, ver si son factibles de fabricar o adquirir, realizar los planos de las piezas y, finalmente, ejecutar su montaje. En todo este proceso, los estudiantes aplican conocimientos de estructuras, vibraciones mecánicas, mecánica del sólido rígido, diseño de elementos de máquinas, etc. Además, se enfrentan a situaciones como el montaje, que generalmente son las más complicadas para personas con poca experiencia.

Para aprovechar esta metodología de trabajo y también permitir a los estudiantes que su tiempo tenga una recompensa doble, los que lo desean, pueden realizar sus TFG/TFM de la tarea que estén realizando en el vehículo, por ejemplo, diseñando el chasis del vehículo o la suspensión, delantera o trasera, del mismo. Estos TFG/TFM, permiten involucrar a nuevos docentes y áreas de conocimiento, extendiendo el proyecto a toda la ETSII-CR. Sólo en el curso 2020/21 se han desarrollado cinco TFG, lo que indica que los estudiantes ven atractivo el proyecto.

3. INTEGRACIÓN CON LA FORMACIÓN PROFESIONAL

La fabricación y montaje de un monopla de competición no es una tarea sencilla. Los estudiantes de ingeniería, en su gran mayoría, suelen carecer de experiencia en la fabricación de piezas y montaje, mientras que en los Ciclos de Formación Profesional estas facetas son las protagonistas. Es por ello, y como objetivo que se marcó el proyecto desde el principio, que se decidió buscar asesoramiento en el I.E.S. Maestre de Calatrava, que finalmente terminó siendo una participación activa. En concreto, los ciclos de este centro que han participado en el desarrollo del vehículo son:

Ciclo Formativo de Grado Medio de Soldadura y Calderería

Los estudiantes de este ciclo se han involucrado directamente en la soldadura del chasis tubular del vehículo. En la Fig. 2, se puede ver el chasis con el motor acoplado. La calidad

del trabajo muestra cómo desarrollar una actividad con una motivación alta permite obtener resultados excelentes incluso si son desarrollados por estudiantes (supervisados por docentes). El diseño del chasis fue realizado por los estudiantes del Grado de Ing. Mecánica, que durante ese proceso intercambiaron información con los docentes y estudiantes del Ciclo de FP para hacer factible la fabricación y soldadura del mismo. Este intercambio de conocimientos permitió realizar el diseño y montaje prácticamente sin errores.

Ciclo Formativo de Grado Superior de Automoción

Los estudiantes de este ciclo, en concreto de los módulos de “Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confortabilidad” y “Estructuras del Vehículo”, han realizado el cableado eléctrico de todo el vehículo. Este trabajo ha sido doblemente enriquecedor, ya que el diseño del cableado fue realizado por los estudiantes del Grado de Ing. Eléctrica y su montaje por parte de los estudiantes del I.E.S. Maestre de Calatrava. Durante la fase de diseño y montaje, se produjo un intercambio de información hacia ambas direcciones (FP-Universidad, Universidad-FP), acercándose a lo que sería una situación profesional real.



Figura 2. Chasis del FS UCLM Racing Team 2020/21.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Como muestra de los resultados de este proyecto, el Equipo FS UCLM Racing Team participará en la Formula Student Spain que se celebra del 2 al 9 de agosto en el Circuit de Catalunya. Además, el equipo ha sido admitido tanto para las pruebas estáticas como dinámicas. En la Fig. 3, se muestra el prototipo de vehículo que representará a la UCLM en la competición.

El proyecto ha puesto de manifiesto que la Universidad y la Formación Profesional pueden y deben trabajar juntas, complementándose una a la otra en las facetas técnicas y prácticas. Los estudiantes de ambas modalidades ven en este tipo de proyectos una motivación doble, por un lado pueden expresar su pasión por el automovilismo en su trabajo y también sienten esa cercanía al mundo laboral que muchas veces, sobre todo en las carreras universitarias, puede parecer lejano.



Figura 3. Prototipo virtual del coche FS UCLM Racing Team 2020/2021.

REFERENCIAS

- Walsh, W.J. (1978). *The McMaster programme of medical education, Hamilton, Ontario, Canada: developing problem-solving abilities*. Public Health Pap., 70, 69-77.
- Blumberg, P., Michael, J.A. (1992). *Development of self-directed learning behaviors in a partially teacher-directed problem-based learning curriculum*. *Teaching and Learning in Medicine*, 4 (1), 3-8.
- Norman, G.R., Schmidt, H.G. (1992). *The Psychological Basis of Problem-Based Learning: A Review of the Evidence*. *Academic Medicine*, 67 (9), 557-565.

DESARROLLO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Desarrollo de una herramienta predictiva para enseñanzas técnicas

J. J. Aciego^a, I. González-Prieto^a, M. Bermúdez^b,
A. González-Prieto^a, A. Claros-Colome^c y M. J. Durán^a

juanjoseaciego@uma.es; igp@uma.es; mbermudez4@us.es; anggonpri@uma.com;
arteycristal2017@gmail.com; mjduran@uma.es

^aDpto. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Málaga, C/Doctor Ortiz Ramos s/n, 29071,
Málaga, España

^bDpto. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Sevilla, C/Virgen de África 7, 41011,
Sevilla, España

^cFacultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Bulevar Louis Pasteur 25, 29010,
Málaga, España

ABSTRACT

In the School of Engineering at the University of Malaga, the teaching innovation project entitled “Predictive teaching applied to engineering” is being carried out with the objective of promoting new active teaching-learning methodologies that foster meaningful and relevant learning, as well as the establishment of an evaluation system consistent with such methodological innovations. The first results obtained in this project are described in this paper.

Taking the qualitative questionnaires to the students and the quantitative scores from tasks/exams as input information, a predictive model has been designed to optimize the application times of each methodology in order to achieve certain target competences. This work presents the complete development of this predictive model, which has been validated in the subject “Electrical Machines II” in the Degree of Electrical Engineering, showing the results of some analyzed scenarios.

Keywords: predictive model, teaching methodologies, transversal skills, optimization

RESUMEN

En la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Málaga, se está llevando a cabo el proyecto de innovación docente “Enseñanza predictiva aplicada a la ingeniería” con el objetivo de propiciar nuevas metodologías activas de enseñanza-aprendizaje que promuevan aprendizajes significativos y relevantes, así como el establecimiento de un sistema de evaluación coherente con dichas innovaciones metodológicas. Los primeros resultados obtenidos en este proyecto se describen en este artículo.

A raíz de las encuestas realizadas al alumnado sobre las metodologías docentes aplicadas y las calificaciones obtenidas en una serie de tareas diseñadas por el docente, se ha podido generar un modelo predictivo que permite optimizar los tiempos de aplicación de las metodologías para alcanzar las competencias deseadas. Este trabajo presenta el desarrollo completo de este modelo predictivo, que ha sido validado en la asignatura “Máquinas Eléctricas II” del Grado de Ingeniería Eléctrica, mostrando los resultados de algunos de los escenarios analizados.

Palabras clave: modelo predictivo, metodologías docentes, competencias transversales, optimización.

1. INTRODUCCIÓN

La constitución del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), desde su concepción en la Declaración de Bolonia (1999), tiene entre sus objetivos no solo la homogenización de titulaciones en este espacio, sino también aproximar el aprendizaje a las competencias que el mercado laboral requerirá a los graduados. Así, el diseño tanto de las tareas a realizar como de la metodología debe orientar sus características y su temporalización para alcanzar estos objetivos (Mesa et al., 2008).

El uso de metodologías activas de docencia se ha extendido en los últimos años en las enseñanzas técnicas (Fang et al., 2016). Sin embargo, no es tarea trivial decidir cuánto tiempo de la carga docente de la asignatura se debe dedicar a cada una de las metodologías, siendo este tema objeto de estudio en la literatura (Kipper & Rüütman, 2013). Se trata, pues, de optimizar los tiempos dedicados a un número de metodologías seleccionadas para la obtención de determinadas destrezas y/o capacidades. Para abordar este problema, se ha considerado el diseño de una herramienta predictiva que permita estimar el tiempo de empleo de las metodologías aplicadas. El empleo de técnicas predictivas ha sido ya un recurso en el ámbito de la investigación educativa y el análisis del aprendizaje, centrándose, sobre todo, en el uso de análisis big data y minería de datos como (Agaoglu, 2016), redes neuronales y/o árboles de decisión (Fong et al., 2009) o el uso de técnicas combinadas como regresión lineal, Naive Bayes combinadas con redes neurales, etc (Qu et al., 2018). A diferencia de anteriores estudios, que tratan de obtener patrones para la toma de decisiones, este trabajo pretende explorar el uso de ciertas metodologías y la optimización de su tiempo aplicación (acciones de control) para dotar a los alumnos de unas determinadas competencias.

La propuesta que se presenta consiste, de manera general, en extrapolar la técnica de control predictivo, ampliamente empleada en el ámbito científico-investigador como puede ser el caso de la ingeniería química (Qin & Badgwell, 1996) o el control de máquinas eléctricas (Kouro et al., 2009), aplicándola en el ámbito docente (Figura 1). Esta herramienta permitirá estimar el tiempo de aplicación de cada una de las metodologías propuestas para favorecer el desarrollo de las competencias seleccionadas en cada caso por el docente. Cabe destacar que las competencias consideradas abarcan tanto el plano del conocimiento (mejorar los procesos de análisis y síntesis de los alumnos) como aquellas conocidas como transversales (interacción con otros compañeros, creatividad, capacidad de hablar en público, pensamiento crítico, etc.). En concreto, se han considerado las siguientes seis competencias: conceptos teóricos, resolución de cuestiones prácticas, creatividad, trabajo en equipo, motivación y satisfacción. Por otro lado, las metodologías utilizadas en este estudio se detallan a continuación:

1. Clase magistral presencial: Impartición de conocimientos teóricos y prácticos.
2. Vídeos teóricos: Realizado por docentes o por alumnos, sobre conceptos teóricos.

3. Vídeos prácticos: Realizado por docentes o por alumnos, sobre temas teórico/prácticos.
4. Problemas diseñados y resueltos por alumnos: Actividad con la que se pretende potenciar la creatividad y la capacidad de resolver cuestiones prácticas.
5. Trabajo en grupo: Actividades que potencien el trabajo en equipo.
6. Catálogos comerciales : Uso práctico de estos documentos técnicos.
7. Cuestionarios parciales: En los que se evalúa el conocimiento adquirido por el alumno.
8. Cuestionarios online: Resolución de cuestionarios/actividades online en las que el alumno resuelve una serie de cuestiones teórico-prácticas de manera remota.
9. Cuestionarios presenciales en parejas: Recoge aquellas actividades en las que los estudiantes realizan prácticas de laboratorio y cuestionarios en clase por parejas.

Todas estas metodologías se han implantado durante el curso a través de distintas tareas diseñadas *ex profeso* para el fomento de la adquisición de las competencias seleccionadas. El conjunto de estas metodologías acaba componiendo el total de horas con las que cuenta la asignatura donde se aplican.

La utilización de esta enseñanza predictiva va a permitir al docente conocer, de una forma más precisa, qué metodología docente debe priorizar en función de las diferentes competencias que deban adquirir los estudiantes. Hay que destacar la versatilidad de la herramienta, que permitirá integrar objetivos de distinta naturaleza a la de las competencias pero que el docente considere relevantes en la proceso de enseñanza-aprendizaje aunque este caso de estudio, como se ha expuesto, se centra exclusivamente en la consecución de unas determinadas destrezas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA PREDICTIVA

Tal y como previamente se expuso, el objetivo de esta herramienta consiste en optimizar los tiempos de aplicación de cada metodología docente. El método desarrollado para tal fin se muestra esquematizado en la Figura 1, siendo la nomenclatura de tiempos la presentada en Tabla 1. Para este proceso de optimización se incluyen una serie de restricciones temporales, que corresponden a los tiempos mínimos y máximos de aplicación de las distintas metodologías. Este algoritmo predictivo obtendrá la combinación óptima de tiempos de aplicación de las metodologías empleadas para cada configuración de competencias seleccionadas mediante un proceso iterativo.

2.1. Datos de partida

Los datos de partida para la elaboración del modelo predictivo son las encuestas realizadas a los alumnos al finalizar el curso académico (sección “Encuestas” en la Figura 1). Las encuestas están formadas por 54 preguntas repartidas en 9 bloques, un bloque por cada metodología docente. De las 6 preguntas seleccionadas en cada bloque, cada una de ellas se relaciona con las 6 competencias a desarrollar por el alumnado: conceptos teóricos (CT), resolución de cuestiones prácticas (CP), creatividad (C), trabajo en equipo (TG), motivación (M) y satisfacción (S). A modo de ejemplo, se incluyen a continuación las preguntas referentes a uno de los bloques (Tabla 2). Realizando la media de puntuaciones de todos los alumnos encuestados, se obtendrá una matriz de puntuaciones medias, de tamaño 9×6 , donde el elemento $media(i,j)$ de la matriz representará la media para la metodología docente i relacionada con la competencia j .

Tabla 1. Tiempos de dedicación para las distintas metodologías

$t_1 \equiv$ tiempo clases magistrales presenciales	$t_6 \equiv$ tiempo para catálogos comerciales
$t_2 \equiv$ tiempo dedicado a vídeos teóricos	$t_7 \equiv$ tiempo para cuestionarios parciales
$t_3 \equiv$ tiempo dedicado a vídeos prácticos	$t_8 \equiv$ tiempo para cuestionarios online
$t_4 \equiv$ tiempo problemas diseñados por alumnado	$t_9 \equiv$ tiempo para cuestionarios en parejas
$t_5 \equiv$ tiempo dedicado a trabajo en equipo	

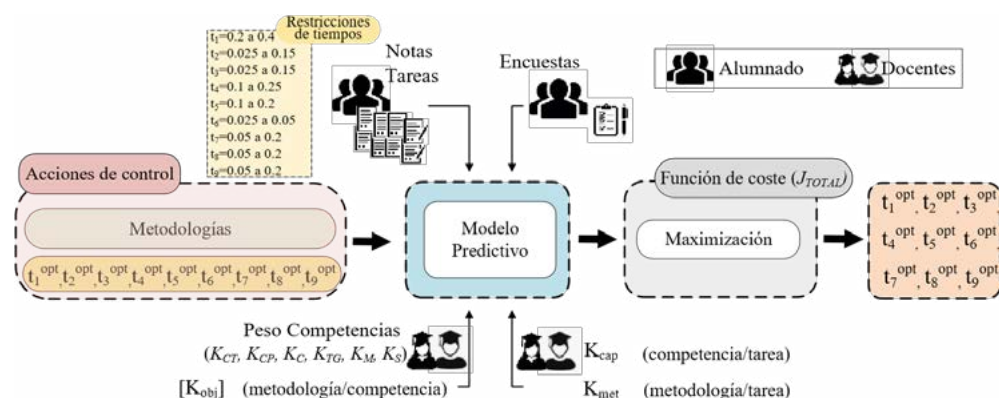


Figura 1. Esquema del método predictivo desarrollado

2.2. Determinación de los métodos docentes que más desarrollan cada competencia

Los datos de partida son recogidos mediante cuestionario en línea que según (Díaz, 2012) reduce la intimidación que puede provocar la presencia del encuestador, dando así mayor garantía de anonimato y permitiendo que los alumnos sean más críticos y objetivos. No obstante, los datos de partida mantienen un carácter subjetivo al estar basados en puntuaciones de los alumnos con influencias multifactoriales. Es posible objetivarlos parcialmente si se tiene en cuenta que determinadas metodologías están inherentemente relacionadas con ciertas competencias y esta relación puede ser cuantificada para desafectar en cierta medida los datos recogidos mediante cuestionarios. Por ejemplo, para adquirir la competencia de conceptos teóricos, las clases magistrales o los vídeos teóricos son metodologías más afines a esta competencia a desarrollar que el trabajo en grupo o el empleo de los catálogos comerciales. En base a ello, se

Tabla 2. Tabla que recoge preguntas referentes a la metodología Clases Magistrales.

Preguntas referentes a las Clases magistrales presenciales (CM)	Rango
1. Influencia de las CM en la comprensión de conceptos teóricos	[1-10]
2. Influencia de las CM en la adquisición de habilidades para la resolución de cuestiones prácticas.	[1-10]
3. Influencia de las CM en el desarrollo de su creatividad aplicada a la asignatura.	[1-10]
4. Influencia de las CM en la potenciación del desarrollo de su capacidad de trabajo en equipo.	[1-10]
5. Influencia de las CM a la hora de conocer sistemas reales donde se aplica la materia impartida.	[1-10]
6. Influencia de las CM en el grado de motivación con la asignatura.	[1-10]
7. Grado de satisfacción con las CM recibidas.	[1-10]
8. Influencia de las CM en la superación de la asignatura.	[1-10]

propone crear una tabla de afinidades “objetivas” ($[K_{obj}]$) entre las competencias y las metodologías docentes, con valores de 0 a 1, de forma similar al método utilizado en (Llorens García, 2012). Así cada elemento de $K_{obj}(i,j)$ multiplicará a cada puntuación $media(i,j)$ dando prioridad a las metodologías docentes que más desarrollen cada capacidad.

2.3. Obtención de los tiempos de dedicación óptimos

A continuación, se compone, para las distintas combinaciones de tiempos de dedicación validas, una función de coste total, J_{TOTAL} , como suma de 6 subfunciones de coste, J_j , una por competencia:

$J_{TOTAL} = K_{CT} \cdot J_{CT} + K_{CP} \cdot J_{CP} + K_C \cdot J_C + K_{TG} \cdot J_{TG} + K_M \cdot J_M + K_S \cdot J_S$, (1) donde los factores de peso K_j son impuestos por el docente para priorizar la adquisición por parte del alumno de unas competencias frente a otras (el subíndice j hace referencia a los acrónimos empleados para cada competencia). Por ejemplo, si se quiere promover en el alumnado la obtención de altos conocimientos teóricos, el peso K_{CT} debe ser superior al resto. La utilización de estos pesos dará lugar a diferentes escenarios en función de las competencias que queramos desarrollar en nuestros alumnos. Para ello, se establece que la suma de estos coeficientes K es igual al 10.

Analizando en detalle las subfunciones de coste impuestas para cada metodología:

$$\begin{aligned} J_{CT} &= t_1 \cdot media(1,1) \cdot K_{obj}(1,1) * DIF(1,1) + \dots + t_9 \cdot media(9,1) \cdot K_{obj}(9,1) * DIF(9,1) \\ J_{CP} &= t_1 \cdot media(1,2) \cdot K_{obj}(1,2) * DIF(1,2) + \dots + t_9 \cdot media(9,2) \cdot K_{obj}(9,2) * DIF(9,2) \\ &\vdots \\ J_S &= t_1 \cdot media(1,6) \cdot K_{obj}(1,6) * DIF(1,6) + \dots + t_9 \cdot media(9,6) \cdot K_{obj}(9,6) * DIF(9,6). \end{aligned} \quad (2)$$

Como puede verse en las subfunciones de coste, además de los tiempos de aplicación y las matrices $[media]$ y $[K_{obj}]$ aparece una nueva matriz definida como $[DIF]$ que modifica los resultados de las encuestas atendiendo a las notas obtenidas por los alumnos. Los términos de esta nueva matriz, por tanto, expresan la diferencia entre los valores de las encuestas $medias$ y las $Notasponderadas$ de las tareas realizadas por los alumnos:

$$DIF(i,j) = (media(i,j) - Notasponderadas(i,j))/10. \quad (3)$$

En (3) los valores de i y j son el número de metodologías (varía entre 1 y 9), y el número de competencias (varía entre 1 y 6), respectivamente.

El término $Notasponderadas$ ha sido, a su vez, corregido en (4) por valores que relacionan cuantitativamente cada una de las tareas calificadas con cada metodología (K_{met}), y con cada capacidad o competencia a adquirir (K_{cap}). De esta forma, el término $Notasponderadas$ hace, también, de componente objetivador del mayor o menor rastro de subjetividad inherente que acompaña a un cuestionario.

$$Notasponderada(i,j) = n1 (Notatarea1 \cdot K_{met} \cdot K_{cap} + \dots + Notatarean \cdot K_{met} \cdot K_{cap}). \quad (4)$$

En (4) n es el número de tareas que conciernen a cada metodología y $Notatarea$ hace referencia a la nota media de la clase en cada tarea.

El objetivo final consiste en maximizar la función de coste total, siendo óptima la combinación de tiempos de dedicación que obtenga el mayor valor de J_{TOTAL} . Este proceso queda representado en la Figura 1 con el bloque “Maximización J_{TOTAL} ”.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

La herramienta/algorithm propuesta ha sido aplicada en la asignatura “Máquinas Eléctricas II” (materia obligatoria de tercer curso del Grado de Ingeniería Eléctrica con asignación de 6 créditos) consecutivamente durante los dos últimos cursos académicos. Han participado 160 alumnos (70+90) durante estos dos cursos.

El funcionamiento de este modelo ha sido validado para diferentes distribuciones de peso que simulan diferentes ratios (escenarios) entre las competencias deseadas en cada caso. Se describen a continuación dos de estos escenarios, donde se indica el tanto por unidad a aplicar de cada una de las metodologías evaluadas para alcanzar diferentes grados en las competencias contempladas.

3.1. Escenario 1- Competencias deseadas: altos conocimientos teóricos

El planteamiento de un escenario como este, requiere una definición de pesos que confieran la importancia deseada a cada una de las competencias objetivo. Así este escenario 1 quedaría definido por los siguientes pesos ($K_{CT}=6$; $K_{CP}=0$; $K_C=0$; $K_{TG}=1$; $K_M=3$; $K_S=0$) de manera que se daría una importancia predominante a la adquisición de conocimientos teóricos por unos alumnos motivados y fomentando ligeramente el trabajo en grupo. La distribución de tiempos del algoritmo predictivo propuesto se muestra en la Figura 2.a, donde en cada eje se muestra, en tanto por uno, la distribución de tiempos destinados a cada metodología.

Como puede verse en la Figura 2.a, el esquema predictivo estima tiempos elevados, dentro de sus restricciones, en metodologías que tienen una relación intrínseca con los conocimientos teóricos. Tanto t_1 como t_4 , correspondientes con el tiempo dedicado a clases magistrales propiamente dichas y a problemas diseñados por el alumno, respectivamente, son elevados. Por ejemplo $t_1=0.35$ lo que constituye el 87.5% de su valor máximo, y esto es debido al alto valor del peso K_{CT} . De la misma forma, el alto valor t_4 está relacionado con el valor seleccionado para mejorar la competencia de motivación (K_M). Hay que recordar que la suma de los seis pesos que definen cada escenario es 10 y por tanto su importancia relativa es muy alta.

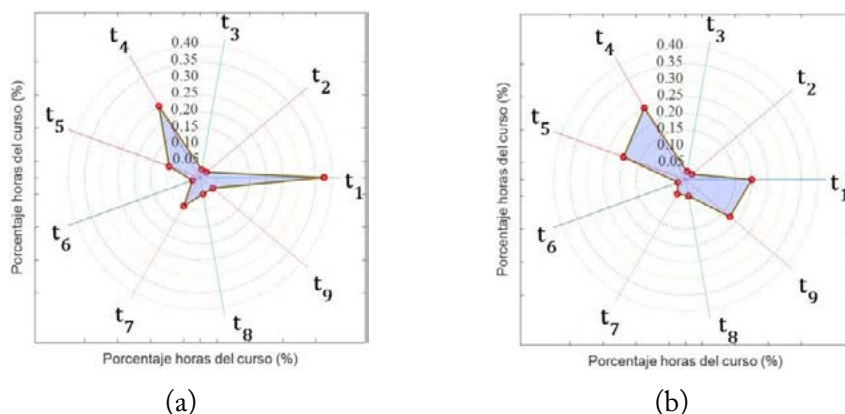


Figura 2. Resultados para el escenario 1 (a) y el escenario 2 (b)

3.2. Escenario 2- Competencias deseadas: conocimientos teóricos, prácticos y trabajo en grupo.

Si el docente pretende plantear un escenario más “equilibrado” en cuanto a la adquisición de destrezas, puede fijar los pesos que lo definen tal que así ($K_{CT}=3$; $K_{CP}=3$; $K_C=0$; $K_{TG}=3$; $K_M=1$; $K_S=0$). En este escenario 2, el docente busca una distribución óptima de su horas lectivas con unas pretensiones de conocimientos teóricos menos elevadas que en el escenario 1 pero, en este

caso, además tiene como objetivos fomentar la capacidad de resolución de cuestiones prácticas y el trabajo en equipo de sus alumnos. La distribución de tiempos que estima el algoritmo predictivo que presenta este trabajo es la incluida en la Figura 2.b.

Como puede verse, el valor del tiempo t_4 , relacionado directamente con la resolución de cuestiones prácticas, es elevado llegando a ser de 0.25. Suben igualmente los tiempos relacionados con el trabajo en grupo, t_5 y t_9 . Por otra parte, se observa que el aumento de la importancia asignada por el docente a la resolución de cuestiones prácticas y al trabajo en equipo reducen notablemente el tiempo asignado a clases magistrales (t_1) y el tiempo (t_7) dedicado a los cuestionario parciales, ambos relacionados en mayor o menor medida con el adquisición de contenidos teóricos.

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo propone una herramienta predictiva que permite estimar los tiempos de aplicación de distintas metodologías durante el curso y de uso extensible a cualquier asignatura. El algoritmo en el que se fundamenta es el esquema básico de un control predictivo (Figura 1). Esta herramienta utiliza cuestionarios realizados previamente a los alumnos sobre las distintas metodologías y su relación con las destrezas para posteriormente ser tratados con factores correctores y comparados con sus calificaciones para poder optimizar los tiempos dedicados a cada metodología. El modelo es comparado y corregido con las calificaciones obtenidas por los alumnos en las tareas diseñadas para aplicación de las distintas metodologías a desarrollar durante el curso. De esta forma se reduce la subjetividad que acompaña al proceso de encuestas al alumnado garantizando un modelo predictivo más preciso.

Los escenarios presentados como ejemplo de funcionamiento de esta herramienta ofrecen interesantes resultados comparados. Estos se ajustan no solo a lo esperado sino que definen aumentos y/o disminuciones de tiempo en metodologías fruto de las correcciones del modelo introducidas por las notas del alumnado y del diseño de las tareas para activar la adquisición de destrezas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a Universidad de Málaga por la financiación del Proyecto de Innovación Educativa PIE19-047, correspondiente al bienio 2019-21.

REFERENCIAS

- Agaoglu, M. (2016). Predicting Instructor Performance Using Data Mining Techniques in Higher Education, in *IEEE Access*, vol. 4, pp. 2379-2387, 2016.
- Díaz, V. (2012). Ventajas e inconvenientes de la encuesta por Internet. *Papers*, 97(1), 193-223.
- Fang, N., Lawanto, O., Goodridge, W., Villanueva, I., & Becker, K. (2016). A Research Experiences for Undergraduates (REU) Site Program on Engineering Education Research. *International Journal of Engineering Education*, 32(5), 1836-1846.
- Fong, S., Si, Y. & Biuk-Aghai, R. (2009). Applying a Hybrid Model of Neural Network and Decision Tree Classifier for Predicting University Admission, in *Proceedings 7th International Conference on Information, Communications and Signal Processing (ICICS)*.
- Kipper, H. & Rüütman (2013). Teaching for Understanding in Engineering Education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 3, 56-63.

- Kouro, S., Cortés, P., Vargas, R., Ammann, U. & Rodríguez, J., (2009). Model predictive control—a simple and powerfull method to control power converters, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 56, no. 6, pp. 1826–1838, 2009.
- Llorens García, A. (2012). *Propuesta metodológica para la determinación y el aprendizaje de las competencias genéricas clave del ingeniero TIC y percepción diferencial del mercado entre el grado y el postgrado o máster*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña].
- Mesa, J. M., Álvarez, J.V, Villanueva, J.M., & de Cos, F.J. (2008). Actualización de Métodos de Enseñanza-Aprendizaje en Asignaturas de Dirección de Proyectos de Ingeniería. *Formación universitaria*, 1(4), 23–28.
- Qin, S. J., & Badgwell, T. A. (1996). An overview of industrial model predictive control technology. In *Chemical process control—CPC V, CACHE*. Tahoe City, CA, January 1996.
- Qu, S., Li, K., Zhang, S. & Wang, Y., (2018). Predicting Achievement of Students in Smart Campus, in *IEEE Access*, vol. 6, pp. 60264–60273.

Procesos metodológicos en la creación de mapas mentales en la docencia universitaria técnica

María del Carmen Guerrero Delgado^a, Teresa R. Palomo Amores^a,
Daniel Castro Medina^a, Laura Romero Rodríguez^b,
José Sánchez Ramos^a, Servando Álvarez Domínguez^a

mgdelgado@us.es; tpalomo@us.es; dcastro@us.es; lrr@us.es; jsr@us.es; salvarez@us.es;

^aUniversidad de Sevilla (Calle Américo Vespucio, 41092, Sevilla, España)

^bUniversidad de Cádiz (Av. Universidad de Cádiz, 10, 11519 Puerto Real, Cádiz, España)

ABSTRACT

Creating synthesis capacity in students is of special interest in the last stage of teaching, causing a 180 degree turn to current education, breaking with the traditional teaching technique based purely on theory. Employing active learning allows students to get involved in the subject developing skills and abilities that allow them to advance professionally and personally. The general objective of this work will be the implementation of a teaching methodology based on active learning through the use of mental maps or concept maps, taking the first steps in the implementation of the methodology that allows students to assimilate in a more direct way the knowledge received and therefore facilitating its application.

Keywords: methodology, conceptual map, engineering, active learning.

RESUMEN

Crear capacidad de síntesis en los alumnos se hace de especial interés en la última etapa de la enseñanza, provocando un giro de 180 grados a la educación actual, rompiendo con la tradicional técnica de enseñanza basada puramente en la teoría. Emplear un aprendizaje activo, permite a los estudiantes involucrarse en la asignatura desarrollando competencias y habilidades que les permita avanzar profesional y personalmente. El objetivo general de este trabajo será la puesta en marcha de una metodología docente basada en el aprendizaje activo mediante el empleo de mapas mentales o mapas conceptuales, dando los primeros pasos en la implementación de la metodología que permita a los alumnos asimilar de formas más directa los conocimientos recibidos y facilitando por tanto su aplicación.

Palabras clave: metodología, mapa conceptual, ingeniería, aprendizaje activo.

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje activo permite aumentar la participación de los estudiantes dentro de la docencia, involucrándolos para que desarrollen competencias y habilidades en lugar de centrar la enseñanza en una metodología puramente teórica donde los estudiantes reciben los cono-

cimientos y se limitan a asimilarlos (Fernández, 2006). Las clases que involucran activamente a los estudiantes pueden identificarse por varios factores: Los alumnos y alumnas participan durante el desarrollo de las clases; se diseñan nuevas actividades que generen discusión, lectura, presentación, compartición, coworking etc.; los estudiantes deben forzar sus habilidades con pensamientos de una frontera superior a la asignatura; los estudiantes reflexionan sobre su aprendizaje explorando sus propias actitudes y valores.

Es decir, se pone menos énfasis en transmitir información y más en desarrollar las habilidades de los estudiantes. Las investigaciones han demostrado que las metodologías de aprendizaje activo ayudan a los estudiantes a retener más conocimientos que los métodos tradicionales que se enfocan únicamente en la adquisición de hechos (Morrison, 2012). Es más probable que los estudiantes internalicen, comprendan y recuerden el material aprendido mediante la participación activa en el proceso de aprendizaje (Schwier, 2012). Por lo tanto, la evidencia sugiere claramente cambiar (o al menos mejorar) los modelos que son tan comunes en las aulas universitarias, principalmente el “discurso del maestro”.

El reto que debe perseguirse cuando se busca un aprendizaje activo, es generar en el alumnado la suficiente perspectiva que les permita confiar en lo que podrían hacer (Spanier, 2010). Si un nuevo conocimiento se integra y se conecta con el conocimiento existente, ese nuevo conocimiento es más fácil de comprender y recordar. El trabajo de un profesor es construir una base a partir del conocimiento existente sobre el cual colgar el nuevo conocimiento entrante.

La clave planteada por ciertos autores para articular lo comentado anteriormente, es el uso de mapas conceptuales (Samples et al., 1996). Este mapa conceptual es una forma de construir la base de los conocimientos necesaria en el estudiante. Un mapa conceptual es una organización visual y una representación del conocimiento. Muestra conceptos e ideas y las relaciones entre ellos. El alumno debe ser capaz de crear un mapa conceptual escribiendo palabras clave (a veces encerradas en formas como círculos, cajas, triángulos, etc.) y luego dibujando flechas entre las ideas que están relacionadas. Luego, agrega una breve explicación junto a la flecha para explicar cómo se relacionan los conceptos.

Lo que prueba este trabajo es un resultado final satisfactorio y que en el medio plazo la inversión realizada por los docentes será beneficiosa en todos los sentidos. Aquí se muestran los primeros pasos de la implantación de una metodología activa en la que el alumno está centrado en el problema, define el problema, plantea una solución, modela el problema y propone la solución óptima.

2. METODOLOGÍA

El objetivo general de este trabajo es poner en marcha una metodología docente basada en el autoplanteamiento de problemas, ideas de mejora, planteamiento técnico y modelización de esas ideas, y propuesta óptima por parte del alumnado. Para ello se han establecido grupos reducidos y se han adaptado los créditos prácticos de las diferentes asignaturas para adoptar un aprendizaje activo. De esta forma, se complementa la actual enseñanza teórico-práctica de la materia y se satisfacen los retos educativos planteados por el EEES (Espacio Europeo de Educación superior). La temática que rodea a los trabajos es la optimización económica y energética de diferentes procesos térmicos. Las asignaturas involucradas en esta metodología son: Ingeniería de Procesos Térmicos de los Grados de Ingeniería Técnica Industrial y Grado en Ingeniería Química, Optimización de Sistemas Térmicos del Máster de Sistemas de Energía Térmica y Máster Universitario de Ingeniería Industrial; todo lo anterior en la Universidad de Sevilla. Y por último la asignatura de Tecnología Energética de la Universidad de Cádiz. Todas ellas se imparten en los últimos cursos de carrera o a nivel de máster.

La fase de las que se compone la metodología implementada aparece en la figura 1 con sus principales aspectos.

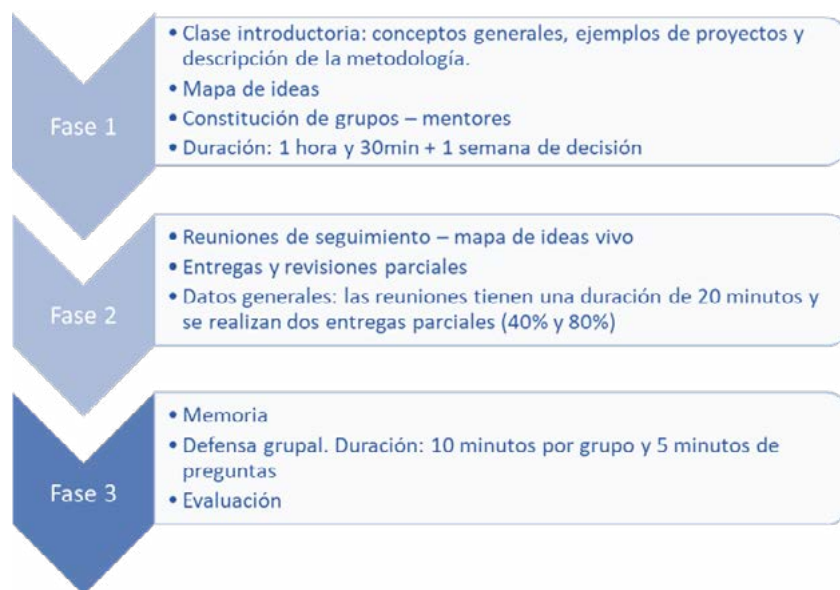


Figura 1. Metodología de aprendizaje

Se define la dinámica de la asignatura para el bloque práctico, acompañada de ejemplos, tanto de trabajos como de herramientas, fuentes etc. Asimismo, se define el concepto de mapas conceptuales como elemento innovador, el cual será la columna vertebral de la organización conceptual del trabajo. Combinando líneas, colores y palabras o frases cortas, los mapas de ideas sirven para exponer, estudiar o aprender cualquier tema con independencia de su complejidad. De las alternativas estudiadas para la puesta en marcha de la metodología, se adoptaron las siguientes estrategias:

- Cuestionarios: En cada sesión de seguimiento individual y conjunta se realizan una serie de preguntas. Estas preguntas sirven de contraste para diagnosticar posibles problemas.
- Tutor/Mentor: Cada grupo tiene un docente asignado o colaborador docente, siendo estos investigadores en formación.
- Repositorio colectivo: Se ha generado un entorno Google Drive en el que el alumnado puede añadir sus problemas y dudas de manera anónima para que el conjunto de docentes pueda resolverlas de manera común. De esta forma los problemas planteados por algunos, pueden ser soluciones para otros.
- Mapa conceptual o de ideas: Un mapa vivo para cada grupo con su proyecto/problema. Los alumnos propondrían sus ideas a los tutores y las ganadoras pasarían al mapa. Al final, su trabajo puede ser explicado con este esquema que muestran los pasos acometidos, tantos buenos como malos.

El mapa de ideas es uno de los grandes descubrimientos. Los alumnos creen en su mapa de ideas, utilizando la herramienta básica PowerPoint como herramienta para editarlo y discutirlo. Las ideas son frentes de trabajo que se reparten y también son decisiones tomadas. Al comienzo los estudiantes no conocen la metodología de creación del mapa conceptual, de ahí que la lección de lanzamiento del proyecto fuese un caso demostrativo entre varios docentes que añadían conceptos/ideas a un problema común. Las ventajas que ha supuesto son:

- Sirve para su evaluación continua y final. Los estudiantes deben hilar sus ideas/propuestas con el concepto general, y si es necesario esas ideas pueden desarrollarse en un submapa. Esto pone de manifiesto el trabajo individual del alumnado.
- Los alumnos organizan su trabajo e investigación, conociendo qué les falta y qué necesitan.

En la imagen 2 se muestra un ejemplo de un mapa de trabajo elaborado por uno de los grupos durante el transcurso de las sesiones.



Figura 2. Mapa de trabajo

Sobre el mapa de trabajo los estudiantes crean su rol, y abren los caminos para optimizar la relación entre perfiles y acciones pendientes. Se improvisan presentaciones en las clases de teoría de los grupos más avanzados para que ellos mismos presenten al resto de la clase sus mapas (estudiante pasa a ser docente). El docente tutor forma parte del grupo, guiará la elaboración de este mapa canalizando las ideas del alumnado, acotándolas en la mayoría de los casos y ayudando a la resolución de las mismas. Pero siempre cuidando no tomar protagonismo.

3. RESULTADOS

Como resultado académico de los trabajos cada grupo ha realizado una memoria técnica y una defensa oral del proyecto que ha sido evaluada por el profesorado involucrado. La memoria técnica y defensa oral de dichos trabajos contempla un índice general como el mostrado a continuación:

1. Introducción
2. Descripción del edificio a estudio
3. Evaluación de la situación energética inicial
4. Cálculo de parámetros característicos y coeficientes correctores
5. Diagnóstico del edificio y propuesta de medidas de mejora
6. Análisis de la situación energética del edificio mejorado

Como ejemplo de resultados, se exponen los obtenidos por uno de los grupos de trabajo. Este caso se trata de un edificio de oficinas situado en Madrid. El objetivo del proyecto, como se ha comentado anteriormente, es la evaluación de la situación energética del edificio y la propuesta de medidas de mejora con el fin de conseguir una reducción de la demanda energética del edificio. En la imagen 3, se muestran algunas de las diapositivas correspondientes a la presentación de los resultados obtenidos por dicho grupo de trabajo.

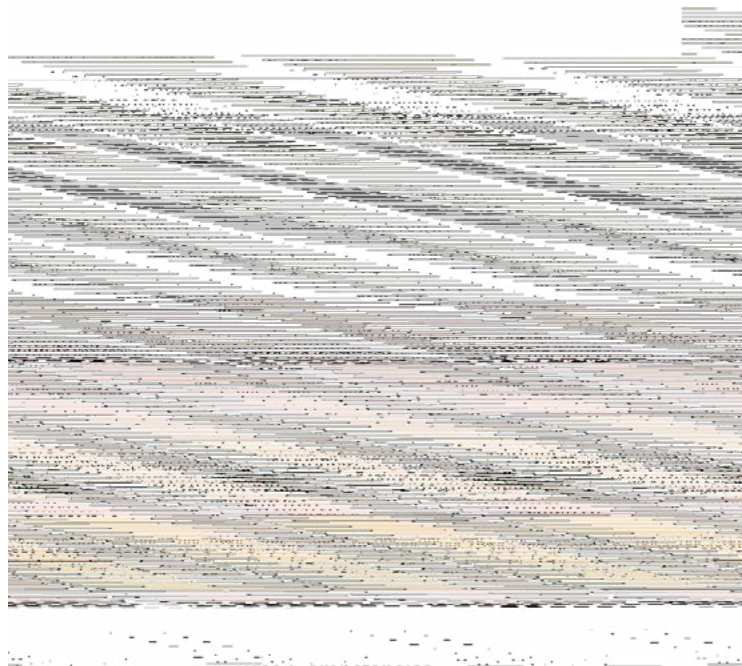


Figura 3. Ejemplo de resultados - Coste de Ciclo de Vida

Además de dicho trabajo, se han llevado a cabo en clase sesiones de juegos de evaluación de los conocimientos adquiridos a través de preguntas tipo test programadas en Kahoot (Imagen 4).



Figura 4. Secciones de evaluación (Kahoot)

4. CONCLUSIONES

La implantación de esta nueva organización y metodología en las asignaturas ha sido positiva. Ha supuesto un incremento notable del trabajo de los docentes durante este primer curso de implantación, pero se estima que en los siguientes cursos la carga se reducirá significativamente.

El alumnado ha expresado su satisfacción con la metodología de trabajo y con ese esfuerzo se le ha recompensado con un 40% de la nota final de esas asignaturas. Se ha contactado con el 80% de los alumnos repetidores para conocer sus impresiones con respecto al curso anterior. La opinión ha sido unánime a favor de esta nueva metodología. Destacan el interés de las reuniones de seguimiento para generar ideas en sus proyectos y enfocar las líneas de trabajo, lo que les permitía un mejor reparto de actividades entre integrantes del grupo.

En el próximo curso se pretende potenciar la digitalización del material para incentivar la componente creativa del alumnado y su motivación.

REFERENCIAS

- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24.
- Morrison, J. (2003). U.S. higher education in transition. *On the Horizon*, 11, 1, 6–10.
- Schwieb, R. (2012). The corrosive influence of competition, growth, and accountability on institutions of higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 24, 2, 96–103.
- Spanier, G. (2010). Creating adaptable universities. *Innovative Higher Education*, 35, 2, 91– 99.
- Samples, J.W., Costello, M.F., Conley, C.H., Lenox, T.A., and Ressler, S.J., “Teaching Teachers to Teach Engineering: A Year Later,” *Proceedings, 1996 ASEE Annual Conference*, ASEE, 1996, Session 2230.
- Armando Rugaria, Richard M. Felder, James E. Stice. The future of engineering education i. a vision for a new century. *Chem. Engr. Education*, 34(1), 16–25 (2000).

La metodología ecosocial como herramienta fundamental en asignaturas técnicas universitarias

Teresa Rocío Palomo Amores^a,
María del Carmen Guerrero Delgado^a, Daniel Castro Medina^a ,
Laura Romero Rodríguez^b, José Sánchez Ramos^a,
Servando Álvarez Domínguez^a

tpalomo@us.es; mgdelgado@us.es; dcastro@us.es; lrr@us.es; jsr@us.es; salvarez@us.es;

^aUniversidad de Sevilla (Calle Américo Vespucio, s/n, 41092, Sevilla, España)

^bUniversidad de Cádiz (Av. Universidad de Cádiz, 10, 11519, Puerto Real, Cádiz, España)

ABSTRACT

The 2030 Agenda for Sustainable Development is the current baton that governs climate actions establishing an action plan in favor of people, the planet, and prosperity. Given this, the University has a fundamental role in training professionals who in the future must be bold leaders against climate change. Engineering is capable of providing a practical approach allowing sustainable and innovative solutions to these problems, also guiding towards a future of energy saving. Therefore, it is necessary to rethink education, basing it on ethical, fair, and sustainable principles. From the Department of Energy Engineering of the Technical School of Engineers of the University of Seville, the subject of Energy Demand Savings is taught. In it, based on the 6 basic principles of the ecosocial methodology, the students carry out projects, wherefrom the knowledge acquired in the subject, a real problem is studied to which they must solve as part of an active, investigative teaching and that ends with action.

Keywords: methodology, ecosocial, overheating, energy.

RESUMEN

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es la actual batuta que rige las acciones climáticas estableciendo un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad. Ante esto, la Universidad cuenta con un papel fundamental formando a los profesionales que en el futuro deberán ser los líderes audaces contra el cambio climático. La ingeniería es capaz de aportar un enfoque práctico permitiendo dar soluciones sostenibles e innovadoras a dichos problemas, guiando también hacia un futuro de ahorro energético. Por tanto, se hace necesario repensar la educación, basándola en principios éticos, justos y sostenibles.

Desde el Departamento de Ingeniería Energética de la Escuela Técnica de Ingenieros de la Universidad de Sevilla se imparte la asignatura de Ahorro en Demanda Energética. En ella, basándose en los 6 principios básicos de la metodología ecosocial, los estudiantes realizan proyectos, donde a partir de los conocimientos adquiridos en la asignatura, se estudia un pro-

blema real al que deben dar solución formando parte de una enseñanza activa, investigativa y que finaliza con la acción.

Palabras clave: metodología, ecosocial, sobrecalentamiento, energía.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han puesto en marcha distintas iniciativas para luchar contra el cambio climático. La Conferencia Científica de las Naciones Unidas conocida como la Primera Cumbre para la Tierra, celebrada en 1972 en Estocolmo, Suecia, adoptó por primera vez una declaración que enunciaba los principios para la conservación y mejora del medio humano (Jackson, 2021). Desde entonces, se han sucedido asambleas y tratados marcando objetivos a corto-medio plazo. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es la actual batuta que rige las acciones climáticas. Establece un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad (Gobierno de España, 2020). Sin embargo, el tiempo pasa, el final del año 2021 se acerca y el reloj de arena contra el cambio climático empieza llegar a su fin.

El Objetivo 4 de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas es el de garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos. Una de las metas dentro de este objetivo es la de alcanzar una Educación global para el desarrollo sostenible asegurando que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover este (Gobierno de España, 2020). Por ello, el papel actual de la educación es primordial para que los estudiantes se conviertan en defensores de la sostenibilidad impulsando un cambio social.

La sociedad reconoce la importancia de los problemas ambientales, sin embargo, el conocimiento y la conciencia de la gravedad no es suficiente. En la mayoría de los casos la actividad educativa no motiva un análisis global y sistémico de los problemas ambientales, de la reflexión sobre el papel de las personas y de la necesidad de abrazar conductas a favor del medioambiente de forma autónoma y crítica (Gutiérrez Bastida, 2019). Para asegurar un futuro seguro y sostenible se necesitará dar un giro de 180 grados a la educación actual. Los alumnos y alumnas deberán adquirir los instrumentos que les permitan avanzar ante los cambios ecológicos venideros.

En el ámbito de la educación ecosocial se han unificado las fuerzas en la enseñanza primaria y secundaria, sin embargo, las mejoras educativas no se deben frenar con la entrada en las enseñanzas superiores, haciendo necesaria la extensión de este enfoque a todas las etapas del aprendizaje.

La Universidad se encuentra en la cúspide de la pirámide formando a los profesionales que en el futuro deberán ser los líderes audaces contra el cambio climático. Será necesario educar en competencias como colaboración, compromiso, igualdad y sostenibilidad, que posibilite a los estudiantes cerrar el ciclo de su enseñanza global. La educación, más allá de un servicio individual, debe ser un servicio colectivo redundando en la mejora social, creando sociedades más justas y sostenibles y permitiendo que las personas tengan las máximas posibilidades de decisión en el futuro.

Dentro de este contexto, la educación ecosocial tiene un papel fundamental para conseguir el cambio en el colectivo estudiantil. Su metodología se basa en 6 principios:

Principio 1: Ecodependencia

Se basa en el entendimiento de que el ser humano, como especie y civilización es un ser eco dependiente. Será necesario analizar en las aulas cuestiones de actualidad relacionados con la sostenibilidad.

Principio 2: Interdependencia

La interdependencia es una relación de dependencia recíproca y equitativa donde todos los factores involucrados se benefician, cooperan y se complementan. La conducta de cada individuo, su forma de ser o sus acciones, provocan un impacto directo sobre el resto del grupo (Johnson & Johnson, 2005). Será necesario la convivencia pacífica y respetuosa entre los alumnos y entre éstos y los docentes, promoviendo la empatía y comprensión.

Principio 3: Enfoque sistémico

Será necesario aplicar una metodología investigativa en la docencia que permita a los estudiantes analizar los factores y su interrelación para dar solución a problemas concretos. Los alumnos adquirirán capacidad de síntesis, siendo capaces de reunir la información correcta en el momento adecuado, reflexionando críticamente y extrayendo aprendizaje de un ámbito aplicándolo en otro.

Principio 4: Creatividad

La crisis y los nuevos retos que se plantean requieren creatividad para su solución. María Teresa Esquivias define el proceso creativo como una de las potencialidades más elevadas y complejas de los seres humanos, que en su objetivo final obtiene una idea o pensamiento nuevo (Esquivias Serrano, 2004).

Principio 5: Capacitación para la vida

Se debe partir de la motivación del alumnado ante intereses concretos. Nancy Lee Wood afirma que la enseñanza superior puede ofrecer posibilidades alcanzables de aprendizaje que no solo facilitan el empleo, sino que favorecen una transición hacia una sociedad más sostenible. Apoya la importancia de la formación directa en ingenierías de energías renovables, rehabilitación y modernización de edificios y agricultura regenerativa (The Worldwatch Institute, 2017).

Principio 6: Agentes del cambio

Los alumnos deben convertirse en agentes activos contra el cambio climático. Estos deben adquirir la motivación suficiente que les permita transformarse en parte fundamental de los movimientos sociales a favor de un futuro sostenible.

Se presenta la metodología llevada a cabo por el grupo docente dentro la asignaturas impartida basados en los principios de la educación ecosocial, donde, gracias al enfoque empleado se enfrentarán a problemas reales que deben analizar y solucionar con el objetivo de mejorar y reforzar las aptitudes y competencias del alumnado que les permita afrontar los retos futuros dentro de su etapa profesional.

2. METODOLOGÍA

Desde el Departamento de Ingeniería Energética de la Escuela Técnica de Ingenieros de la Universidad de Sevilla se imparte la asignatura de Ahorro en Demanda Energética, asignatura que destaca por la metodología de su docencia. Se divide en dos vías que se irán realizando paralelamente a lo largo de todo el curso. La primera de ellas, con menor peso, es la docencia teórica, donde los estudiantes comienzan a conocer y aprender la teoría explicada por el docente permitiéndoles asimilar los conocimientos necesarios para los futuros análisis que deberán reali-

zar. Por otro lado, siendo el bloque principal de la asignatura, se llevan a cabo proyectos basados en el enfoque ecosocial que permiten a los alumnos estudiar problemas reales proponiendo distintas soluciones a través de los conocimientos adquiridos. En el último curso, el proyecto se basó en el análisis del problema existente de sobrecalentamiento en las aulas de los colegios de la ciudad, provocado por el aumento de temperaturas. Los alumnos tienen la oportunidad de acudir a las aulas de dichos centros educativos para integrar sistemas de monitorización de temperatura interior. Esto les permite conocer directamente y de forma real las características térmicas del edificio y por tanto las condiciones en las que se encuentran los alumnos de dicho centro. De esta manera interactúan con el problema permitiéndoles tener una idea más clara y práctica que si se realizara desde el aula de la universidad con datos aportados por el docente. Posteriormente, evalúan y caracterizan energéticamente estos edificios. Esto lo realizan a través de simulaciones con el software HULC, herramienta que permite la verificación del Código Técnico de la Edificación (CTE) y que permite emitir un informe para la Certificación Energética del edificio. Así, pueden realizar el proceso que realizarían realmente en el futuro profesional, comparando los resultados obtenidos por simulación con los datos reales, enfrentándose de forma temprana a problemas reales. Conociendo la situación inicial del edificio, los alumnos deben proponer distintas soluciones que emplearían para la mejora térmica del edificio.



Figura 1. Metodología empleada. Clases teóricas (izquierda) y experimentación (derecha)

Todo esto les motiva a pensar en posibles soluciones que podrían ser implementadas en la realidad formándose al mismo tiempo como futuros profesionales de la ingeniería energética. El enfoque ecosocial en la docencia universitaria se hace necesario actualmente priorizando aptitudes, de igual manera que se priorizan las asignaturas troncales, permitiendo a los jóvenes avanzar de forma justa en un planeta cambiante. Los proyectos de la asignatura se basan en los 6 principios básicos de la metodología ecosocial presentados anteriormente y que a continuación serán enmarcados dentro de la metodología empleada.



Figura 2. Esquema de principios de la Educación Ecosocial

Principio 1: Ecodependencia

Este principio es la base del proyecto realizado en la asignatura de Ahorro en Demanda Energética, internalizando los desafíos medioambientales a los que se enfrentan adquiriendo la capacidad para resolverlos. De esta manera los alumnos son capaces de entender la relación planeta-humano de forma práctica aplicando los conocimientos adquiridos en la asignatura para la resolución de problemas energéticos reales en los edificios provocados como consecuencia de los efectos del cambio climático.

Principio 2: Interdependencia

Uno de los pilares principales de la metodología es la realización de trabajos y proyectos en grupos, donde el profesor sea un espectador actuando como guía y donde los estudiantes aprenden a colaborar y negociar sus diferencias. Estos compartirán responsabilidades, participarán en la toma de decisiones de forma democrática, adquiriendo habilidades sociales y dotándolos de una preparación más adecuada para el futuro al que se enfrentan. Los alumnos y alumnas se ven implicados en la realización de grupos de trabajo para llevar a cabo los proyectos de análisis en los centros educativos de primaria de Sevilla, haciéndolos partícipes de la creación de soluciones de forma conjunta.

Principio 3: Enfoque sistémico

Dentro del proyecto de la asignatura mencionada, se lleva a cabo un enfoque sistémico permitiendo que los alumnos y alumnas analicen de forma crítica el problema planteado, buscando posibles soluciones de igual manera que lo harían en su futuro profesional. En vez de analizar una cuestión pasivamente, memorizando datos y cifras, los alumnos aprenden activamente, trabajando en problemas reales, locales y presentado posibles soluciones.

Principio 4: Creatividad

Los alumnos deberán adquirir la capacidad de analizar y valorar nuevas ideas para dar respuestas a los problemas actuales y venideros. La creatividad será un punto importante en la búsqueda de soluciones energéticas en las aulas del centro educativo intervenido.

Principio 5: Capacitación para la vida

Los alumnos, por otro lado, adquieren conocimientos sobre los proyectos de investigación realizados por el grupo docente en su faceta investigativa, basados en el análisis y utilización de soluciones innovadoras tanto en el campo de edificios como en experimentos en entornos urbanos, acercándolos al mundo laboral de forma temprana y adquiriendo útiles habilidades para el futuro.

Principio 6: Agentes del cambio

Actuando de forma activa en la búsqueda de soluciones que ayudan a frenar el sobrecalentamiento en las aulas, conocen de forma directa que ellos tienen la posibilidad de generar un cambio en las condiciones reales de las personas, en este caso de los estudiantes del centro educativo a estudio.

3. RESULTADOS

Los alumnos en la asignatura realizarán un proyecto final donde plasmar el proceso realizado para el análisis de sobrecalentamiento en las aulas del centro educativo a estudio. Para ello, realizarán una memoria descriptiva como si de una memoria técnica real se tratase. Por otra parte, deberán realizar presentaciones orales con duración de 20 minutos como máximo por cada grupo de trabajo permitiéndoles mejorar la comunicación oral en público.

De la aplicación de la metodología ecosocial en las aulas universitarias se destaca el desarrollo de las capacidades necesarias para resolver un problema real y la adquisición de habilidades como la comunicación, colaboración y pensamiento crítico. Se ha cuantificado la mejora de los alumnos del presente curso en función de las notas adquiridas finales en la asignatura, observando como estas han aumentado en el último curso respecto las anteriores. Los alumnos mejoran las defensas de sus ideas utilizando criterios técnicos y objetivos en lugar de criterios subjetivos o ideas infundadas. Para el siguiente curso, se espera diseñar una metodología que permita cuantificar en detalle la mejora del alumnado a través de la realización de tests al inicio, medio y final de curso, que permita conocer la evolución en el alumnado sobre el interés de la asignatura, el acercamiento a la realidad, la creencia en ellos mismos como futuros profesionales capaces o la adquisición de conocimientos técnicos generales sobre la energética de los edificios.

4. CONCLUSIONES

Se ha presentado una metodología de enseñanza basada en el enfoque ecosocial, enfoque empleado desde años anteriores en las aulas de los centros educativos pero que sin embargo, carece de presencia dentro de las aulas universitarias. Así, gracias al camino recorrido dentro de la asignatura de Ahorro en Demanda Energética siguiendo el enfoque ecosocial, los estudiantes son capaces de comprobar como es posible mejorar las condiciones de confort en el interior de los edificios gracias a la aplicación de los conocimientos adquiridos, el pensamiento crítico y el trabajo en grupo, motivándolos hacia una búsqueda de nuevos problemas y por tanto nuevas soluciones que ayuden a la sociedad a convivir y luchar contra el cambio climático.

Como se ha ido señalando a lo largo de la comunicación, el papel de la ingeniería es fundamental. La ingeniería es una disciplina que favorece la aplicación práctica del conocimiento teórico, permitiendo mejorar la calidad de vida del conjunto de individuos que conforman la sociedad, dando soluciones a problemas complejos. Es importante infundir en los alumnos una aplicación de sus conocimientos desde principios básicos como la ética o la interculturalidad, que permitan construir procesos hacia un futuro sostenible.

Los alumnos presentan, al final de la asignatura, una capacidad de análisis mayor a la observada en el comienzo del curso, siendo capaces de afrontar los problemas propuestos desde distintas perspectivas, aumentando su practicidad y presentando soluciones sostenibles.

REFERENCIAS

- David W. Johnson & Roger T. Johnson (2005) New Developments in Social Interdependence Theory. Genetic, Social, and General Psychology Monographs, 131:4, 285-358. DOI: 10.3200/MONO.131.4.285-358
- Esquivias Serrano, M. (2004). Creatividad: Definiciones, antecedentes y aportaciones. *Revista Digital Universitaria*, 5(1), 1-17.
- Fontalvo-Peralta, R. & Castillo-Hernández, M. (2018). La educación superior y la vía ecosocial. En D. Filut, L. I. Albor-Chadid, A. Selec Imparato, G. M. Cardeño-Sanmiguel, J. del C.

- Castillo-Bolaños, P. Ruiz-Tafur, R. Oyaga Martínez, & L. I. Albor-Chadid (Ed.), Educación Socioambiental. Acción Presente (pp.103-133). Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar.
- Gutiérrez Bastida, J. (2019). 50 años de educación ambiental: Un balance incompleto hacia la educación ecosocial en el antropoceno. CENEAM.
- Gobierno de España. (2020). Plan de acción para la implementación de la Agenda 2030. Hacia una estrategia española de desarrollo sostenible. Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación.
- Jackson, P. From Stockholm to Kyoto: A brief history of climate change. Obtenido el 20 de Marzo de 2021 de United Nations. UN Chronicle: www.un.org/en/chronicle/article/stockholm-kyoto-brief-history-climate-change
- The Worldwatch Institute. (2017). State of the World. EarthEd: Rethinking education on a changing planet. Washington DC: Island Press.

Juego de rol para desarrollo de la competencia de trabajo en grupo

Peña Martín, Juan P.^a; García Berdonés, Carmen^a;
Molina Tanco, Luis^a; Cavas Toledo, María^b;
Chicano Garcia, Francisco^c; Luna Valero, Francisco^c

jppena@uma.es; berdones@uma.es; lmtanco@uma.es; mcavas@uma.es; chicano@lcc.uma.es;
flv@lcc.uma.es

^a Departamento de Tecnología Electrónica; ETSI Telecomunicación, Universidad de Málaga; España. ^b Departamento de Psicobiología y Metodología de las Ciencias del Comportamiento; Facultad de Psicología, Universidad de Málaga; España. ^c Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación; ETSI Informática, Universidad de Málaga; España.

ABSTRACT

The teamwork skill in cooperative groups has a procedure component, which is easier to incorporate into teaching, but it also has another one of a psychosocial nature, which is more difficult to implement. In this work we present a dramatized role play, as an introduction to the debate with the students about the psychosocial problems that they will have to face more frequently.

Keywords: Teamwork, cooperative work, role-playing, interpersonal skills.

RESUMEN

La competencia de trabajo en grupos cooperativos tiene una componente procedimental, más sencilla de incorporar en la docencia, pero también tiene otra de carácter interpersonal, de más difícil implantación. En este trabajo presentamos un juego de rol seguido por un debate con el alumnado sobre los problemas interpersonales a los que tendrán que enfrentarse con más frecuencia.

Palabras clave: Trabajo en grupo, trabajo cooperativo, juego de rol, habilidades interpersonales.

1. INTRODUCCIÓN

La capacidad de trabajar con otras personas de forma eficaz requiere de habilidades de diversa índole. En todos los grados de ingeniería con atribuciones profesionales regladas, la competencia de trabajar en grupo (TG) se incorporó sin explicitar estas habilidades de soporte. En algunos de estos grados se ha hecho el esfuerzo de desgranar esta competencia¹, no así en el

¹ Como, por ejemplo, <http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/>

Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos de la E.T.S. de Ingeniería de Telecomunicación (ETSIT) de la Universidad de Málaga, en el que se enmarca este trabajo.

En función de su relación con las competencias específicas de la ingeniería, las competencias de soporte al TG se pueden clasificar en dos grandes grupos, como se puede ver, por ejemplo, en el CDIO (Crawley et al., 2014), uno de los marcos competenciales de referencia para la ingeniería, o en la opinión de parte del profesorado de la ETSIT (G-Berdónés et al. 2017).

El primer grupo de competencias podría considerarse de tipo procedimental ya que está asociado a las técnicas de planificación y reparto del trabajo, seguimiento del mismo, organización de las reuniones o aplicación de normas de funcionamiento. Conlleva el desempeño de ciertos roles necesarios para su funcionamiento, y podría entenderse que son competencias específicas de los grados de ingeniería. De hecho, en estas titulaciones suelen estar asociadas a las asignaturas de gestión de proyectos.

El segundo grupo de competencias tiene que ver con la gestión de las relaciones humanas dentro de un grupo como, por ejemplo, la capacidad de resolver conflictos. Ajustados en la medida de lo posible al perfil psicológico de los miembros, se deben asignar un segundo tipo de roles o, incluso, identificar otros que puedan estar siendo nocivos para el buen funcionamiento del equipo (Bizneo, n.d.). Son competencias específicas de ciertas ramas de la psicología y no de las ingenierías, con lo que los tecnólogos tenemos muy poca base para afrontar su desarrollo y, de hecho, normalmente no lo hacemos. Esto podría explicar que nuestro alumnado de ingeniería nos informe de que los problemas de actitud y comportamiento dentro del equipo son una de las causas principales de su rechazo al TG: no tiene herramientas para afrontar esos problemas porque no ha trabajado este grupo de competencias (y el profesorado tampoco, luego puede prestar poca ayuda). Las autoridades académicas, sin embargo, parecen asumir que cualquier docente está imbuido de una capacidad innata para formar en TG y, además, que lo puede hacer sin merma de los contenidos técnicos de sus asignaturas.

Por todo lo dicho, se entendió que era necesario profundizar en este tema y, además, desde una perspectiva multidisciplinar. Así, trabajó en esta actividad profesorado con perfiles de Ingeniería de Telecomunicación, Ingeniería Informática y Psicología² y, aún en detrimento de los contenidos de una asignatura netamente técnica, se decidió dedicar un tiempo de clase al análisis y debate de los problemas más típicos del TG usando un juego de rol, técnica descrita en ingeniería para el desarrollo de otras competencias que, como el TG, tienen componentes actitudinales (Martin et al., 2019; May et al., 2015).

En la sección 2 se presenta, en primer lugar, el diseño de la actividad, esto es, sus objetivos, la selección de roles, la contextualización de la dramatización y la preparación de los actores, y, en segundo lugar, su implementación, esto es, la puesta en escena y el debate posterior en clase. En la sección 3, se muestran los resultados de la evaluación de la actividad. Por último, se resumen las conclusiones del trabajo.

2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD

2.1. Objetivo y descripción general de la actividad

Se pretende que el alumnado sepa identificar y gestionar algunos de los roles, asociados a perfiles psicológicos, que pueden aparecer dentro de los grupos de trabajo. Como resultado de aprendizaje adicional, se desea profundizar en algunas de las competencias procedimentales

² Profesorado de la Red Docente de Excelencia “COME IN (Comunidad Multidisciplinar de Enseñanza e Innovación)” de la UMA.

como la realización de reuniones eficaces y el eficaz seguimiento del trabajo del grupo. La actividad propuesta para alcanzar los objetivos consiste, en primer lugar, en la realización de un juego de rol, esto es, una representación teatralizada, basada en roles asignados previamente a los actores, que durante un tiempo determinado y a partir de muy pocas consignas, evolucionan libremente. Después se abrirá un debate que incorpore al alumnado y al profesorado y, por último, se administrará un cuestionario al alumnado para evaluar la actividad.

2.2. Selección de roles

Se decidió, por un lado, seleccionar aquellos perfiles psicológicos que, en base a la experiencia de los autores, fueran los más habituales y representativos en su entorno, y, por otro, limitar su número teniendo en cuenta las limitaciones de tiempo para la representación. Así, se concluyó que los 4 perfiles que se muestran la Tabla 1 podrían constituir un grupo suficientemente manejable y representativo. La descripción sirvió de base a los actores para la representación que, además, asumieron en paralelo los roles técnicos imprescindibles para la dinámica del grupo (coordinador y secretario).

Tabla 1. Descripción de roles psicológicos

ROL (Nombre de ficción):	LA CONTROLADORA (Amanda Mazo)
DESCRIPCIÓN: Pretende saberlo todo mejor que los demás (sea o no verdad; suele ser imposible saber de todo) y, por ello, quiere participar en todo lo que se haga porque no se fía de lo que puedan hacer solos los compañeros. Si tiene la posibilidad, va a querer asumir siempre que pueda la figura de coordinador de grupo (rol necesario que podemos considerar como técnico u operativo), que puede no desempeñar bien por querer estar siempre interviniendo, ser juez y parte. Su afán por estar en todos los “fregaos” suele generarle problemas de sobrecarga y dificulta mucho el reparto de tareas. Previsible enfado y estado de ansiedad si no se hacen las cosas como quiere. El enfado no tiene por qué significar agresividad, aunque en alguna ocasión también puede darse.	
ROL (Nombre de ficción):	LA INSEGURA (Paola Bacile)
DESCRIPCIÓN: Persona insegura, con miedo a opinar y a decidir. Tiende a ser pesimista (la inseguridad suele deberse al miedo a equivocarse). Por eso, cuando se ve obligada a opinar, tiende a ver lo que puede salir mal (eso podría ser útil). Como resultado de ser pesimista, si algo sale mal casi siempre puede decir “os lo dije”. Esa inseguridad puede causar retrasos a ahora de tomar decisiones.	
ROL (Nombre de ficción):	LA PASOTA (Alfonsina Paso)
DESCRIPCIÓN: No tiene más interés en el trabajo del grupo que el mínimo al que le obliguen para poder seguir cobrando su sueldo (o aprobar la asignatura en este caso). Siempre trata de justificarse para disimular su falta de ganas. No le gusta que se haga muy evidente y, por eso, algo hace del trabajo encomendado. Suele llegar tarde a las reuniones (y no es raro que encuentre excusas para ausentarse). En general, el trabajo encomendado o bien “no lo ha podido hacer porque ...” o bien lo ha hecho con esfuerzo mínimo y tan simplificado que resulta de poca utilidad, aunque proclama que se ha esforzado mucho, muchísimo y cumple sobradamente lo requerido.	

ROL (Nombre de ficción): EL DISTRACTOR: (Francisco Mico)

DESCRIPCIÓN: En su trabajo individual es una persona normal, razonablemente cumplidora. Pero en reuniones con otros tiende a desviar la conversación por derroteros ajenos al tema a tratar (contar chistes, anécdotas, el programa de la tele de ayer, lo que está viendo por la ventana, etc., cuando percibe la mínima excusa para ello). Si no se limitan sus distracciones, las reuniones pueden durar muchas horas.

2.3. Contextualización

Para darle credibilidad, la teatralización debe situarse en un contexto que justifique el trabajo en un equipo cooperativo. Así, se asumió que ya hubo una primera reunión del grupo en la que se fijó el objetivo común que lo justifica, y se hizo un primer reparto de tareas para llegar a ese objetivo. De esa reunión salió un acta (mostrada parcialmente en la Tabla 2 por razones de espacio) que, preparada por el profesorado, sirve a la vez de modelo para el alumnado de cómo conducir y documentar una reunión eficiente. Con los mismos fines formativos, también se propone un borrador de reglamento de funcionamiento interno del grupo (Tabla 3).

Tabla 2. ACTA DE LA REUNIÓN (debe ser redactada por SECRETARIO/A)

Fecha: 30/11/2019 **Hora:** 18:00 **Lugar:** Sala Trabajo ETSIT **Duración Real:** 50 min

Nombre Equipo: TEFEGEando	Coordinador(a): Amanda Mazo Secretario/a: Francisco Mico
ASISTENTES: Amanda Mazo, Francisco Mico, Paola Bacile	AUSENTES: Alfonsina Paso

ASUNTOS TRATADOS:

1- Revisión de las tareas comprometidas por cada uno desde la reunión anterior:

a) *Al ser la primera reunión no tenemos ninguna tarea comprometida aún.*

2- Objetivo del grupo:

Tras una ronda de opiniones de cada uno de los asistentes y otra más de comentarios a las opiniones de los otros, se llegó a un consenso. El objetivo de este grupo de trabajo es determinar una línea de proyectos que,...

3- Debates

Amanda proponía otra línea posible consistente en el diseño compartido de un ordenador personal. Aunque Paola lo estuvo dudando, al final comprendimos que la dificultad y coste quedaban fuera de nuestras posibilidades.

4- Líneas de trabajo próximas

a) Vamos a redactar unas normas de funcionamiento del grupo basándonos en la plantilla que dieron por Campus Virtual.

b) Hablar con los profesores de Proyectos para recabar su opinión de nuestro plan.

...

TAREAS ACORDADAS PARA PRÓXIMA REUNIÓN Y RESPONSABLE DE CADA UNA:

Tras debatir quien se haría cargo de cada tarea, finalmente acordamos para la próxima reunión que:

- *F. Mico se encargará de presentar un borrador de normas de funcionamiento.*
- *P. Bacile se encargará de hablar con los profesores de Proyectos y presentarles nuestro plan, recogiendo sus opiniones.*
- *A. Mazo y A. Paso buscarán cada una un par de áreas de actuación que encajen en el objetivo, tratando de identificar...*

LUGAR, FECHA Y HORA PARA PRÓXIMA REUNIÓN:

16/12/2019, 15:30 sala Trabajo ETSIT

ORDEN DEL DÍA PRÓXIMA REUNIÓN:

- *Lectura y aprobación del acta anterior*
 - *Presentación de cada una de las tareas que tenía encomendadas y sus resultados - ...*
-

Tabla 3. Propuesta de reglas de funcionamiento

-
- Todo el mundo debe llegar a tiempo a todas las reuniones (considerar SKYPE como alternativa).
 - *El que llegue más de 5 min tarde pagará la ronda de cervezas de después. o La ausencia a más de 2 reuniones se entenderá como la renuncia automática a participar con el grupo.*
 - *Los ausentes también recibirán el acta de la reunión y tendrán asignadas tareas a las que se comprometen, aunque no hayan asistido.*
 - Al inicio de cada reunión se revisa el acta anterior y cada uno hará un pequeño informe de progreso de su parte del trabajo: Cada uno puede negociar sus fechas límite de entrega, pero todo el mundo tiene que cumplirlas una vez acordadas. Los incumplimientos en este punto serán tratados como las ausencias.
 - Todas las decisiones del grupo se tomarán por mayoría absoluta. Si surge un conflicto, será abordado como un problema de grupo, no como un asunto personal. No habrá ataques personales entre los miembros del grupo. Hay que ser honesto y abierto en las opiniones y desacuerdos. Si tienes un problema con alguien del grupo, habla de ello primero con él en vez de hacerlo con cualquier otro del grupo.
-

2.4. Preparación de los actores

Se realizó un ensayo previo, con alumnado voluntario de la ETSIT, en el que se indicó que la representación debería durar entre 20 y 30 minutos y se les dio la siguiente información:

- a) Acta de la reunión anterior (Tabla 2), cuya lectura y aprobación puede servir de base para romper el hielo en la representación y que contiene el objetivo y descripción del trabajo a realizar por el grupo, así como el orden del día para esta reunión.

- b) Normas de funcionamiento (Tabla 3) que también deberían ser discutidas y aprobadas aquí (constituyen la tarea que traía para hoy el personaje de Francisco Mico).
- c) Indicaciones técnicas sobre las tareas que traían para hoy los personajes y nivel de cumplimiento por parte de cada uno, así como sugerencias para la representación, el equivalente a un guion teatral (Tabla 4), pero con la intención tan solo de dar pautas de evolución de la reunión, indicándoles que se movieran con libertad en la representación.

Tabla 4. Sugerencias para la representación

-
- Las características distintivas de su papel deben quedar claramente de manifiesto en alguno o algunos momentos, pero sin que llegue a no resultar creíble ni se bloquee el desarrollo de la reunión.
 - Pese a las características que marca el papel de cada uno, al manifestarlas no debemos quedarnos enganchados en bucle. Cada problema o discrepancia que se manifieste no debería tener más de una o dos réplicas por los participantes para que la reunión pueda continuar (que no nos enquistemos en una discrepancia más de un par de minutos. no importa si esa discusión se queda inacabada; puede estudiarse en el debate posterior.
 - Quien haga de moderador/a, debe procurar amablemente y con cierta flexibilidad que se respeten los dos últimos puntos. Y quien haga de secretario/a, con independencia de que también ponga de manifiesto las características de su papel, debe procurar tomar notas de todo lo que sea relevante en la reunión
 - Desarrollo posible de la reunión:
 - *El pasota llegará 5 min tarde (excusa imaginativa y propósito de enmienda) o Lo primero, decidir quién actuará hoy de moderador y de secretario. o Leer acta anterior y comprobar deberes hechos (información complementaria en Tabla 1).*
 - *La insegura no ha hablado con los profesores como tenía encargado (timidez). Les mandó e-mail pero sin respuesta aún.*
 - *Discutir y aprobar normas de funcionamiento interno del grupo (la Tabla 3 da ideas para ello, pero no son inamovibles).*
 - *Discusión y selección de los temas técnicos. Hay que acordar un tema nada más. o No olvidar establecer los deberes de cada uno para la próxima reunión y fijar fecha.*
-

2.5. Puesta en escena. El debate y sus conclusiones.

Antes de la representación, el coordinador de la asignatura introdujo brevemente a la actividad. Tras la actuación (unos 20 minutos) se pasó al turno de debate (45 minutos). Se buscaba que el alumnado identificara los problemas del grupo, tanto evidenciados en la representación como otros no representados pero que les preocuparan, y buscar entre todos pautas para sobrellevarlos lo mejor posible. En la Tabla 5 puede verse un resumen extraído del debate.

Tabla 5. Cuestiones planteadas en el debate

Emitidas por el alumnado
E1 Inseguridad de Paola: quizá no se le ha asignado una tarea adecuada; el que otro la acompañe puede ser un remedio (un aprendizaje para ella) (Ver <i>Para lidiar con Paola</i>).
E2 Amanda es demasiado estricta, ese tipo de personaje hace que el ambiente de la reunión sea muy “duro”. (Ver <i>Para lidiar con Amanda</i>).
E3 Francisco se va por las ramas: a veces uno se va por las ramas porque, tras ver el trabajo de los demás, intenta evitar enseñar el suyo. (Ver <i>Para lidiar con Amanda</i>).
E4 La ineficacia de los grupos responde en cierta medida a no tener decisiones previas tomadas, por ejemplo, plantillas sobre las entregas (Ver <i>G4</i>).
E5 A la gente que “le da igual todo” (Paola) no se le pueden asignar tareas de la forma que se indica (Ver <i>G1</i>).
E6 Cuidado con construir los grupos en base a las notas del expediente; no hay que confundir las calificaciones con la facilidad para hacer una tarea o el interés en ella (Ver <i>G1</i>).
Emitidas por el profesorado
<i>Sobre la constitución de los grupos y planificación del trabajo</i>
G1. Un grupo se debe construir con personas que tengan un grado de interés similar sobre el contenido del trabajo, aunque no es fácil determinarlo. Un grupo se debe mover por objetivos comunes y, para obtener mayor rendimiento, asignar las tareas correspondientes en función de las aptitudes, dependiendo de los distintos perfiles de los miembros del grupo, y teniendo siempre como objetivo el beneficio del grupo.
G2. Es necesario elaborar desde el principio unas reglas de grupo (incluyendo comportamientos que se consideren inadecuados y número de veces que se permiten)
G3. Sería interesante tener a persona(s) encargadas de distender la reunión y suavizar conflictos (rol de facilitador).
G4. Hay que dedicar un tiempo suficiente para planificar el trabajo antes de que cada cual comience su parte. Si no, se corre el riesgo de tener retrasos (y posibles conflictos) posteriormente. Así, la primera o primeras reuniones deben ser lo suficientemente largas como para: definir los objetivos/expectativas generales de los miembros del grupo y elaborar las reglas de grupo,
G5. Hay que hacer una descripción lo más detallada posible de las tareas, para dimensionar bien el trabajo a realizar y conseguir un reparto en base a los perfiles de los miembros del grupo, lo que requiere manifestar la disponibilidad, el interés, la actitud y la aptitud de cada uno frente a las tareas a realizar.

Sobre el transcurso de las reuniones del grupo

- R1. Si no hay acuerdo, hay que ponerse de acuerdo en el “suelo más bajo”: fijar unos mínimos básicos de acuerdo y no ir a por máximo directamente.
- R2. Hay que tratar de escuchar lo que se dice, y separarlo de la persona que lo dice, para no asociar la idea con prejuicios sobre quién la vierte.
- R3. Las cosas buenas se dicen en público. Las malas, en privado (para evitar poner a la persona a la defensiva, comportamiento que se agudiza en grupo).
- R4. No reincidir en la reunión sobre comportamientos incorrectos, por ejemplo, no recordar continuamente que alguien ha llegado tarde o no ha entregado su tarea. Hay que concretar sobre el error no calificar a la persona que lo comete, evitando etiquetar a la gente (mejor “que hayas llegado tarde, tendrá esta consecuencia” a “eres una tardona”).

Cuestiones específicas de cada personaje

Para lidiar con Paola: Le da igual, aparentemente, todo: “¿Qué te gusta más/se te da mejor/ qué te interesa más? “¿No es mejor que hagas lo que más te guste/se te dé mejor/ más te interese?” Mejor asignar tareas acordes con el perfil que otras menos acordes, asignadas para el aprendizaje de habilidades sociales. Si estar con el grupo le ayuda a superar timideces u otros problemas, estupendo, pero no es el objetivo del grupo.

Para lidiar con Alfonsina: Reflexionar sobre si es un comportamiento habitual o puntual (tener en cuenta *R2* a *R4*) y tomar medidas lo antes posible: Hacerle saber que incumplir las reglas -*G2*- es una falta de respeto al grupo (probablemente el facilitador -*G3*- realizará mejor esta tarea). Hay que ser asertivos, y firmes, pero sin ofender. Después de un claro incumplimiento de las reglas (*G2*) evitar arrastrar a los miembros que no quieren trabajar y no cubrirles las espaldas.

Para lidiar con Amanda: Acotar lo más pronto posible las personalidades acaparadoras del grupo (tener en cuenta

R2 a *R4*), estos perfiles se “comen” al grupo, si el resto de los miembros, desde primera hora, aceptan sus puntos de vista/ su trabajo sin cuestionarlos. No subvalorar el trabajo propio, porque si se ha trabajado un tiempo sobre un tema, seguro que el resultado es interesante. Y, aunque parezca de menos nivel que el de otros miembros del grupo, tener en cuenta que hasta para el más sabio discutir de un tema (o explicarlo al que no lo sabe) es una oportunidad de aprender.

Para lidiar con Francisco: Puede ser quizá el más sencillo de tratar pues bastaría con que alguien (quizá el coordinador del grupo) abortara sus intentos de dispersión antes de que contagie a los demás. Sin embargo, también puede ser perjudicial crear un clima excesivamente serio y rígido. Pequeñas distracciones, si son pocas y lo bastante breves, pueden ser beneficiosas para un ambiente de trabajo cómodo.

3. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Finalmente, todo el alumnado presente (35 personas) dedicaron 10 minutos a cumplimentar un cuestionario de evaluación de la actividad (preguntas con una escala Likert de 1 a 5).

Los resultados indican, por un lado, que los roles seleccionados en la fase de diseño fueron los adecuados con excepción del personaje de Paola (Tabla 6). Por otro lado, se entiende que la actividad ha resultado de interés para el alumnado, en tanto que informan de unas expectativas bastante altas de que mejoren sus próximas experiencias de TG (Tabla 7).

Tabla 6. Grado en el que es habitual encontrar presentes a estos personajes en los trabajos en grupo

	Amanda Mazo	Paola Bacile	Alfonsina Paso	Francisco Mico
Muy habitual	14,7%	8,8%	11,8%	8,8%
4	35,3%	23,5%	35,3%	50,0%
3	32,4%	29,4%	41,7%	35,3%
2	17,6%	38,2%	5,9%	5,9%
Nada habitual	0,0%	0,0%	0,0%	0%

Tabla 7. Grado en el que se espera una mejora en los próximos trabajos en grupo, tras realizar esta actividad: en general, en el comportamiento de otros y en el comportamiento propio

	En general	En el comportamiento de otros	En el comportamiento propio
Alto	20,0%	23,5%	26,5%
4	51,4%	47,1%	41,2%
3	20,0%	20,6%	20,6%
2	8,6%	5,9%	11,8%
Ninguno	0,0%	2,9%	0,0%

4. CONCLUSIONES

Aunque aún es pronto para evaluar si esta actividad ayuda a mejorar la percepción de los alumnos y su rendimiento en el TG, al menos sí es una forma de desarrollar explícitamente la competencia en su vertiente psico-social y abordar frontalmente algunos problemas que el alumnado refleja año tras año. Por supuesto, las dinámicas psicológicas en un grupo de trabajo distan mucho de responder a unos comportamientos fijos e, igualmente, de las medidas que se puedan ofrecer para tratar los problemas, no cabe esperar una efectividad universal.

En todo caso, el equipo que ha llevado a cabo el presente trabajo confía en que se cumplan las altas expectativas de mejora que el alumnado reportó y espera que la repetición de la actividad en años venideros les permita aumentar la casuística que preocupe a los alumnos, así como afinar mejor los posibles consejos para su tratamiento. Su deseo y futura tendencia es que esos consejos salgan de ellos mismos con la mínima intervención del profesorado (dando una guía mínima), pues la experiencia muestra que así tiene lugar un aprendizaje significativo de forma mucho más eficiente.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado en parte por el Proyecto de Innovación Educativa PIE 19-100 de la Universidad de Málaga y por la Red Docente de Excelencia “COME IN” (Comunidad Multidisciplinar de Enseñanza e Innovación), también de la Universidad de Málaga. Nuestro agradecimiento a Antonio, Cristina, Lola y Miriam por su magnífica interpretación.

REFERENCIAS

- Bizneo. (n.d.). *7 roles de un equipo de trabajo clave para tu productividad*. Retrieved June 7, 2021, from <https://www.bizneo.com/blog/7-roles-de-un-equipo-de-trabajo-clavepara-tu-productividad/>
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Edström, K. (2014). *The CDIO approach: Rethinking engineering education* (2nd ed.). Springer.
- G-Berdónes, C., Trujillo-Aguilera, F. D., & Tójar-Hurtado, J. C. (2017). Teamwork in Engineering degrees: What is it and what should it be? A qualitative approach. *ACM International Conference Proceeding Series, Part FI322*.
- Martin, D. A., Conlon, E., & Bowe, B. (2019). The role of role-play in student awareness of the social dimension of the engineering profession. *European Journal of Engineering Education*, 44(6), 882–905.
- May, D., Wold, K., & Moore, S. (2015). Using interactive online role-playing simulations to develop global competency and to prepare engineering students for a globalised world. *European Journal of Engineering Education*, 40(5), 522–545.

Diseño de rúbricas para evaluar actividades relacionadas con la sostenibilidad

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

Irene.mrubio@upm.es ; e.mendonca@upm.es , thais.rangel@upm.es

^aETSIDI- Universidad Politécnica de Madrid, Ronda de Valencia, 3 – 28012 Madrid

ABSTRACT

In this work, we present a methodology to design rubrics related to sustainability competencies in a consensual way with students. The great advantage of rubrics is that they allow to objectify both the progress of the student in the preparation of tasks and the facilitation of feedback between them. Engineering is currently an activity developed on a global scale, meeting local and sustainability requirements. Therefore, it is important that our students routinely incorporate critical thinking and skills to meet the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). Engineers and engineering are critical to achieving them.

Keywords: sustainability, rubrics, industry 4.0, SDG

RESUMEN

En este trabajo, presentamos una metodología para diseñar rúbricas relacionadas con las competencias de sostenibilidad de forma consensuada con los estudiantes. La gran ventaja de las rúbricas radica en que permiten objetivizar tanto el progreso del estudiante en la elaboración de tareas como como facilitar el feedback entre ellos. La ingeniería es una actividad desarrollada a escala global actualmente, atendiendo requisitos locales y de sostenibilidad. Por ello, es importante que nuestros estudiantes incorporen de forma rutinaria pensamiento crítico y habilidades para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas. Los ingenieros y la ingeniería son críticos para alcanzarlos.

Palabras clave: sostenibilidad, ODS, rúbricas, industria 4.0

1. INTRODUCCIÓN

La rúbrica es un potente instrumento para la evaluación de cualquier tipo de tarea, pero hay que destacar especialmente su valor para evaluar tareas auténticas, tareas de la vida real. En este sentido, se manifiesta como un instrumento idóneo para evaluar competencias, pues permite diseccionar las tareas complejas que conforman una competencia en tareas más simples distribuidas de forma gradual y operativa.

La rúbrica muestra expectativas de alcanzar las diferentes actividades con relación a los distintos grados de consecución. Esto facilita que el estudiante sea consciente de hasta dónde llegan sus aprendizajes y cuál es el máximo nivel deseable.

Los equipos docentes estamos confeccionando continuamente nuevas actividades formativas y evaluative relacionadas con nuestro entorno económico y social, tanto a nivel local como global. Desde hace décadas la actividad de ingeniería es global, y, entiende la sostenibilidad a partir de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización Nacional de las Naciones Unidas (ONU), como retos importantes en la gestión de proyectos. Por ello, la consideración de los ODS es un elemento clave para vertebrar y profundizar en las actividades a realizar en nuestras asignaturas.

En este trabajo, se propone una metodología para diseñar rúbricas para la evaluación por competencias del ingeniero global en torno a los ODS en las asignaturas de “Economía General y de la Empresa” y “Organización Industrial”. En concreto, nos vamos a centrar en la Competencias Específica (CE) 17: Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas) y a partir de ahí, desarrollar otras competencias transversales.

2. LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) Y EL INGENIERO GLOBAL EN ENTORNOS DE OPEN INNOVATION EN LA INDUSTRIA 4.0.

En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 para Sostenible Desarrollo, donde se han planteado diecisiete objetivos globales de desarrollo sostenible (ODS) que abarcan las esferas económica, social y ambiental. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años por los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil.

Los ODS se encuentran detallados en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

Partimos de la ingeniería como profesión global (Martín Rubio et al. 2011; Ortiz-Marcos et al. 2020) para trabajar en un entorno de innovación abierta en donde desarrollar iniciativas relacionadas con la sostenibilidad y los ODS. Bajo un modelo de innovación abierta, las empresas pueden hacer uso de conocimiento externo, a través de proyectos y colaboraciones con diferentes socios de la cadena de valor del sector ó de sectores diferentes (Chesbrough, 2003, Martín Rubio et al. 2011, 2013). De esta forma, se puede desarrollar la transformación digital que conlleva la cuarta revolución industrial para conseguir mejores resultados de negocio, sociales y ambientales. A través de la gestión de múltiples sensores se facilita el intercambio de información en la cadena de suministro de las empresas promoviendo nuevos KPIs (Key Performance Indicators) para promover los ODS en la Industria 4.0.

La UPM no es ajena a este nuevo ecosistema sostenible y está comprometida con la implantación y monitorización de las iniciativas en las asignaturas que promueven actividades relacionadas con los ODS. El Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística es el que más asignaturas tiene con un 33% respecto del total de asignaturas que oferta (Garrido et al. , 2021).

En definitiva, el desarrollo y evaluación de actividades ligadas al ingeniero global que cumple con los requisitos de la sostenibilidad (ODS) es un gran valor para nuestros estudiantes, y por tanto, para nuestros títulos.

3. METODOLOGÍA

Nosotros partimos de la metodología para la gestión de rúbricas de Alsina et al. 2013, y ofrecemos pautas para su diseño revisando estudios recientes como Cocket y Jackson, 2018, Chakraborty et al. 2021, y Lee et al. 2021.

Alsina et al. 2013 nos ofrece una metodología para elaborar rúbricas sobre las competencias transversales para establecer indicadores y criterios de evaluación. Consideramos que el resultado de su análisis, pero constituye un material de primera mano para el desarrollo implementación de las rúbricas en la evaluación de las asignaturas a partir de los modelos ofrecidos. Lee et al. 2021 nos indica que es importante utilizar terminología de evaluación positiva de los diferentes elementos de la rúbrica para facilitar el aprendizaje y retroalimentación al estudiante.

Chkraborty et al. 2021, nos indican que las rúbricas muy detalladas y prescriptivas reducen el nivel de malentendidos en la interpretación de la rúbrica pero también limita la creatividad del estudiante. Por ello, la satisfacción con las mismas depende del grupo y cohorte en la que se aplica, sugiriendo que hay casos en los que mejor recurrir a rúbricas holísticas.

Por otra parte, Cocket et al. 2018 insisten que para facilitar el auto-aprendizaje, autorregulación del estudiante y su satisfacción, es conveniente que las rúbricas sean co-creadas, co-definidas conjuntamente entre el grupo de clase y el profesor. De esta forma, se reduce la ansiedad por las mismas, se incrementa su aplicabilidad y grado de satisfacción. Alsina et al. 2013 en la gestión de rúbricas relacionadas con la sostenibilidad también es conveniente que sean consensuadas con los estudiantes.

Por ello, presentamos una metodología para diseñar rúbricas consensuadas, co-creadas, co-denifidas entre el profesor y el estudiante para aumentar la satisfacción de los grupos implicados.

4. RESULTADOS

Proponemos tres pasos en la gestión de las rúbricas de las actividades relacionadas con las docencia. Primero, hay que reconocer cuales son las competencias implicadas a evaluar, segundo definir las actividades y, finalmente, diseñar las rúbricas.

Primer Paso : Identificar las competencias a evaluar

Nos vamos a evaluar la competencia específica principal CE -17 « Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas », y otras competencias que el profesor y los estudiantes convengan a través de tareas relacionadas con los 17 ODS. A partir de la CE-17, se desarrollan otras competencias generales relacionadas con la creatividad, el trabajo y comunicación en equipo.

Segundo Paso : Definir las actividades a realizar.

El Profesor define preferiblemente las actividades a partir de informes de organismos como la ONU, Gobiernos e Información Financiera y No-Financiera (informes de sostenibilidad) de empresas.

Tercer Paso : Propuesta de diseño de las rúbricas consensuadas con los estudiantes.

Siguiendo el modelo de gestión de rúbricas propuesto por Alsina et al 2013, realizamos dos propuestas sencillas de niveles (categorías, indicadores y descriptores de la escala). Presentamos dos propuestas modelo de rúbrica a partir de las cuales, los estudiantes y profesor pueden consensuar y definir su propuesta final.

Tabla 1. Propuesta A de diseño de rúbricas relacionadas con la sostenibilidad-ODS

Nivel	Indicadores	1	2	3	4
1. Capacidad de entender la necesidad de actuar profesionalmente de manera respetuosa con el entorno social, económico y ambiental	Conocer y comprender los objetivos de producción sostenible de la organización donde desarrolla su actividad.	No conoce los objetivos de producción sostenible ni muestra interés	Conoce poco los objetivos de producción sostenible	Conoce y comprende los objetivos de producción sostenible	Conoce, comprende y genera nuevos objetivos.
	Comprender la relación entre estos objetivos y las actuaciones individuales y/o colectivas.	No comprende la relación entre estos objetivos y las actuaciones individuales y/o colectivas.	Comprende la relación entre estos objetivos y las actuaciones individuales y/o colectivas.	Comprende e identifica la relación entre estos objetivos y las actuaciones individuales y/o colectivas.	Propone ideas de manera razonada.
2. Capacidad de entender la importancia de la responsabilidad social en el entorno empresarial	Conocer los elementos de la responsabilidad social y sus agentes involucrados.	No comprende el concepto de responsabilidad social.	Comprende el concepto pero no la aplicabilidad.	Comprende y aplica la responsabilidad social en su entorno.	Comprende, aplica, defiende y se compromete a actuar de manera coherente con el concepto y aplicabilidad de la responsabilidad social.
	Coordina y gestionar situaciones éticamente significativas en el entorno profesional	No se implica o evita la coordinación y gestión de situaciones éticamente importantes.	Muestra dificultades para coordinar y gestionar situaciones éticamente significativas.	Contribuye y coopera en la resolución de un problema o situación ética significativamente.	Lidera y aporta propuestas de mejora para coordinar y gestionar situaciones éticamente significativas.
3. Capacidad de entender la importancia de diseñar una estructura organizativa equitativa	No discriminar trabajadores por razones de diferencia social, cultural o de género.	Muestra dificultades para respetar las diferencias sociales, culturales o de género	Respeto la condición y diferencias entre las personas.	Actúa de manera igualitaria.	Organiza y gestiona situaciones que garanticen los derechos y deberes de todos
	Realizar acciones respetuosas en el entorno profesional.	No es capaz de evaluar correctamente las actuaciones profesionales	Evalúa y razona sobre las actuaciones específicas, pero con deficiencias.	Aplica correctamente las acciones específicas.	Aporta propuestas de mejora para la aplicación de actuaciones específicas en su entorno.

Fuente: Elaboración propia a partir de Alsina et al. (2013)

Tabla 2. Propuesta B de diseño de rúbricas relacionadas con la sostenibilidad-ODS

Nivel	Indicadores	1	2	3	4
Nivel 1: Entender la necesidad de valorar las consecuencias de las actuaciones profesionales en cuanto a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), y actuar consecuentemente	Conocer y comprender los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	No conoce la existencia de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	Conoce poco los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y/o no entiende su importancia en su desarrollo profesional	Conoce y comprende los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), y establece relaciones pertinentes entre los mismos	Conoce, comprende y aporta propuestas de manera crítica, razonada y significativa
	Comprender la relación entre estos objetivos y las actuaciones individuales y/o colectivas	No comprende la relación entre los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y las actuaciones individuales y/o colectivas	Identifica la relación entre los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y de las actuaciones individuales y/o colectivas	Identifica con precisión la relación entre los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y de las actuaciones individuales y/o colectivas	Propone nuevos objetivos razonada y críticamente, identificando con precisión las acciones adecuadas para alcanzarlos
	Realizar actuaciones individuales en armonía con los planes consensuados y vigentes	No actúa según el paradigma de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	Tiene en cuenta irregularmente criterios de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en sus acciones	Actúa siempre según criterios de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	Comparte y razona la importancia de las acciones individuales de acuerdo con con otros agentes
Nivel 2: Diseñar, organizar y aplicar Actuaciones profesionales específicas respetuosas con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	Conocer los elementos de acción necesarios para el diseño de actuaciones.	No identifica los elementos necesarios para diseñar actuaciones en el ámbito de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	Identifica más o menos los elementos necesarios	Identifica con precisión los elementos necesarios	Identifica con precisión los elementos necesarios y aporta nuevos elementos
	Diseñar acciones específicas en el entorno profesional correspondiente	No diseña acciones o las lleva a cabo incorrectamente	Diseña algunas acciones con deficiencias	Diseña acciones específicas adecuadamente	Diseña acciones específicas de manera precisa y según el paradigma de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)
	Organizar las acciones específicas previamente diseñadas en colaboración con otros agentes implicados	No muestra interés en organizar acciones específicas ni analiza adecuadamente propuestas de diseño	Organiza acciones sencillas, pero con deficiencias en el análisis de procesos	Organiza actuaciones específicas con precisión y según criterios previamente consensuados	Lidera con criterios pertinentes la organización colectiva de acciones profesionales específicas

	Aplicar las acciones específicas en el entorno profesional correspondiente.	No aplica adecuadamente acciones específicas en su entorno profesional	Reflexiona y razona adecuadamente sobre la aplicación conceptual de acciones específicas, pero con deficiencias	Aplica correctamente las acciones específicas según criterios consensuados	Aporta propuestas de mejora para la aplicación de acciones específicas en su entorno
Nivel 3: Coordinar y evaluar actuaciones integrales en el ámbito profesional, respetuosas con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	Coordinación de acciones integrales, respetuosas en el ámbito profesional con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	No muestra interés en la coordinación de acciones integrales ni valora su finalidad	Coordina acciones integrales con deficiencias, de manera incompleta y mejorable	Coordina acciones integrales correctamente, identificando los elementos clave según criterios consensuados	Lidera sin abusos la coordinación de acciones integrales de los profesionales con actitud colaborativa y constructiva.

Fuente: Elaboración propia a partir de Alsina et al. (2013)

La rúbrica correspondiente al nivel 3 de la propuesta B enlaza con los trabajos fin de grado, ya que permite evaluar cómo se alcanza la competencia de sostenibilidad en el ámbito profesional con actuaciones de coordinación e integral (Alsina et al. 2013).

Finalmente, sugerimos consensuar las rúbricas con los estudiantes ya que permite al equipo docente diseñar escenarios y actividades relacionados con los ODS de forma que todos desarrollan habilidades de comunicación, creatividad, trabajo en equipo de forma rutinaria, como parte inseparable de su flujo de pensamiento y acción.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo presentamos un estudio piloto de propuestas de rúbricas para evaluar actividades relacionadas con el cumplimiento de los ODS de forma que puedan ser moldeadas en clase con los estudiantes.

La función de las rúbricas consiste en facilitar los procesos de feedback y formación de los estudiantes al analizar de forma objetiva y consensuada su rendimiento tanto a nivel individual, sino para permitir la retroalimentación entre ellos. Las rúbricas permiten objetivar el progreso de los estudiantes, pero no siempre se han mostrado adecuadas en estudios universitarios. Se necesitan estudios empíricos que demuestren claramente las ventajas del uso de las rúbricas (Cockett et al. 2018).

Es importante que los estudiantes presten atención a las competencias que van a adquirir, junto con las actividades que van a realizar para favorecer el cumplimiento de los ODS en entornos globales y de la industria 4.0. La principal contribución de este trabajo es la propuesta de rúbricas para evaluar la sostenibilidad que pueden ser consideradas como punto de partida para consensuar con los estudiantes la versión final.

REFERENCIAS

Alsina, P., Argila Irurita, A. M., Aróztegui Trenchs, M., Arroyo Cañada, F. J., Badia-Miró, M., Carreras Marín, A., ... & Vila Merino, B. (2013). *Rúbricas para la evaluación de competencias*. Ed. Octaedro. 69 pp.

- Cocker, A., Jackson, C. (2018). The use of assessment rubrics to enhance feedback in higher education : An integrative literature review. *Nurse Education Today*, 69, 8-13.
- Chakraborty, S., Dann, C., Mandal, A., Dann, B., Paul, M., & Hafeez-Baig, A. (2021). Effects of rubric quality on marker variation in higher education. *Studies in Educational Evaluation*, 70, 100997.
- Garrido Colmenero, A., Sastre Rodríguez, P., Armada Arnau, R., Sánchez-Bayo González, P. (2021). Sostenibilidad en los estudios oficiales de la UPM 2020. *UPM sostenible*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Lee, E., Mabry, J.L., Roberts, T., Davis, K.M. (2021). Development of the simulation-positive learning evaluation (SIM-PLE) rubric for use in medical-surgical nursing high fidelity simulations. *Nurse Education in Practice*, 51, 102992.
- Martín-Rubio, I., Criado-Fernández, M., Quevedo, P., Pérez, C., Solana, J. & Fernández, P. (2011, June). *Knowledge Pipeline in Freight Pipeline Industry: Competence-Based Model for Open Innovation*. Paper presented at the IFPS Symposium, Madrid, Spain. Retrieved from <http://oa.upm.es/13022/>
- Marlín-Rubio, I., Nogueira Goriba, J.I., & Llocb-Pagés, J. (2013). Innovación abierta: Liderazgo y valores. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 88(6), 675-680. doi:<https://doi.org/10.6036/5752>
- Ortiz-Marcos, I., Breuker, V., Rodríguez-Rivero, R., Kjellgren, B., Dorel, F., Toffolon, M., ... & Eccli, V. (2020). A Framework of Global Competence for Engineers: The Need for a Sustainable World. *Sustainability*, 12(22), 9568. doi: <https://doi.org/10.3390/su12229568>

“Descubriendo a Fuller” mediante el método de Aprendizaje Basado en Proyectos en el contexto de las Prácticas de Tecnologías de Fabricación de 2º curso de los Grados de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

J. Rodriguez-Garcia^a, A. Couce-Casanova^a, M. Lamas-Galdo^b y J. Telmo-Miranda^c

jdedios@udc.es ; antonio.coucec@udc.es ; isabel.lamas.galdo@udc.es ; jtelmo@ieec.uned.es

^a Universidade da Coruña, Escola Universitaria Politécnica, 15405, Ferrol

^b Universidade da Coruña, Escola Politécnica Superior, 15403, Ferrol

^c UNED, ETS de Ingenieros Industriales, 28040 Madrid

ABSTRACT

In the Manufacturing Technologies practices of 2nd Degree Course in Electrical and Electronic Engineering, a Project Based Learning activity has been implemented that consisted in the selection of a geodesic structure (known thanks to Richard Fuller), design of a rational manufacturing process, workshop construction, later simulation of the Manufacturing Process using Arena Simulation and preparation of the practice portfolio. Students have refilled their parts of work in order to extract processing times and later feed their own simulation model. A sensible discrepancy has been observed between the execution time of the structures and the time extracted from the simulation model once it has been optimized. This fact has given rise to a process of reflection and debate about the real performance in the workshop and the inefficiencies detected. In general, students were very satisfied with the practice: it was the first time in a workshop activity for practically all of the students, they learned various transformation processes in a practical way, worked as a team, had to reflecting and correcting the manufacturing process on the fly and were introduced to the simulation and optimization of processes.

Keywords: Manufacturing Technologies, geodesic structure, Project Based Learning, Processes simulation

RESUMEN

En las prácticas de la asignatura de Tecnologías de Fabricación de 2º Curso de Grados en Ingeniería Eléctrica y Electrónica ha sido implantada una actividad de Aprendizaje Basado en Proyectos que consistió en la selección de una estructura geodésica (conocidas gracias a Richard Fuller), diseño de proceso racional de fabricación, construcción en taller y posteriormente

simulación del Proceso de Fabricación mediante Arena Simulation y elaboración del portfolio de la práctica. Los alumnos han rellenado partes de trabajo con objeto de extraer tiempos de procesado y posteriormente alimentar su propio modelo de simulación. Ha sido observada una discrepancia sensible entre el tiempo de ejecución de las estructuras y el tiempo extraído del modelo de simulación una vez optimizado éste. Este hecho ha dado lugar a un proceso de reflexión y debate acerca del desempeño real en taller y las ineficiencias detectadas. En general ha habido una muy elevada satisfacción por parte de los alumnos: para la mayoría era la primera ocasión que trabajaban en un taller, aprendieron de forma práctica diversos procesos de transformación, trabajaron en equipo, tuvieron que reflexionar e ir corrigiendo sobre la marcha el proceso de fabricación y se introdujeron en la simulación y optimización de procesos.

Palabras clave: Tecnología Mecánica, Estructura Geodésica, Aprendizaje Basado en proyectos, Simulación Procesos.

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura de Tecnologías de Fabricación en los Grados de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y Automática es troncal, con una carga de 6 créditos. Su objetivo es que los estudiantes adquieran los conocimientos de la profesión de ingeniería relacionados con la capacidad para diseñar, producir piezas y productos en diferentes sistemas de fabricación, así como adquirir conocimientos sobre nuevas tecnologías aplicadas en la fabricación tales como: fabricación de máquinas herramienta, equipos y sistemas ayudas, métodos de control metrológico, sistemas de unión y soldadura.

1.1. Aprendizaje Basado en Proyectos

El enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos tiene sus inicios en los primeros años 70, desde entonces ha ido progresivamente ganando popularidad y en la actualidad se considera un contexto especialmente idóneo para dar respuesta a muchos de los desafíos existentes en la formación universitaria [Woods 2000].

1.2. Las estructuras geodésicas

Una estructura geodésica consiste en un poliedro cuyos vértices coinciden con la esfera en la que éste se inscribe

Aunque desde muy antiguo existen vestigios de construcciones análogas, Richard Buckminster Fuller estudió las estructuras geodésicas desde la década de los 40 y es considerado su inventor, ya que es quien la patentó en 1954. Su propuesta más conocida es la cúpula instalada en 1967 en la Exposición Universal de Montreal, de 76 m de diámetro y 41,5 m de altura.



Figura 1. Cúpula de Fuller en la Exposición de Montreal (1967) (2015 George Rose)

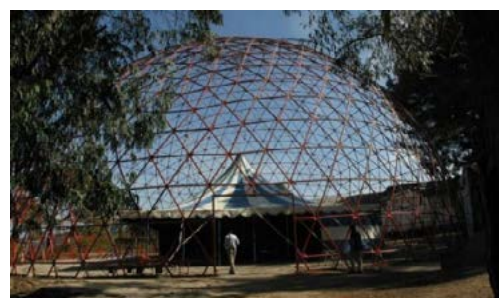


Figura 2. Cúpula desmontable de la Ciudad de los Muchachos en Bemposta (2021 José Paz)

1.3. La simulación de procesos

El modelado de eventos discretos es el proceso de representar el comportamiento de un sistema complejo como una secuencia de eventos concretos, bien definidos y ordenados en el tiempo. Esto permite analizar el comportamiento de un proceso o sistema a lo largo del tiempo, permite analizar el impacto de los cambios que implican rediseños complejos y significativos asociados con : la cadena de suministro, la fabricación, los procesos, la logística, la distribución y el almacenamiento y los sistemas de servicio [Rockwell Automation 2020].

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Uno de los autores tenía experiencia con la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos porque lo viene empleando desde hace muchos años en la asignatura de Oficina Técnica de 4º curso de Grado en Ingeniería Electrónica y Automática.

3. METODOLOGÍA

El caso de proyecto de aprendizaje que se expone incluye contenidos de la asignatura de Tecnologías de Fabricación, pero también de la asignatura de Organización de la Producción.

3.1. Proyecto propuesto

El proyecto consistió en la fabricación de una estructura geodésica en el taller de la Escuela, disponiendo para ello de los medios existentes, pero con libertad para que los alumnos pudiesen traer también herramienta propia. Se estableció que el material a emplear habría de ser tubo de PVC y el tipo de conector, el que ellos eligiesen.

Se exigió, en la medida de lo posible, una diseño racional de la organización de la producción : como si su objetivo fuese construir 1000 uds., pero no se les aportó mucha más información a ese respecto.

Al finalizar la práctica de taller, los alumnos tuvieron que entregar sus respectivos partes de trabajo (Figura 3) con objeto de conocer las H/h globales invertidas, así como las empleadas en cada proceso de transformación.

Con posterioridad a la práctica de taller, los alumnos recibieron una breve introducción al software Arena Simulation, y seguidamente realizaron una simulación del proceso de fabricación seguido por cada grupo, introduciendo para ello los tiempos extraídos de su experiencia en el taller.

Asignatura: Tecnologías de Fabricación
Curso: 2023/24

Práctica: construcción Domos Geodésicas

PARTE DE TRABAJO

Nombre trabajador: _____ Grupo: _____

Indicar el tiempo asignado a cada tarea en cada sesión de prácticas de taller.

	Sesión 1 (/ /2023)	Sesión 2 (/ /2023)	Sesión 3 (/ /2023)	Sesión 4 (/ /2023)
H. coordinación				
H. aprovisionamiento de materiales				
H. marcar/cortar tubo				
H. marcar/doblar tubo				
H. marcar/taladrar tubo				
H. premontajes				
H. ensamble				
H. pintado				
H. desaprovechadas				
H. TOTAL	3,5 h	3,5 h	h	h

VBP: _____

Sr/Sra: _____

Coordinador de grupo: _____

Figura 3. Parte de trabajo individual

Las competencias que se pretende que el alumno desarrolle en el presente proyecto son :

Tabla 1. Competencias del Título

Cód	Competencia
A2	Capacidad para planificar, presupuestar, organizar, dirigir y controlar tareas, personas y recursos.
A3	Capacidad para realizar mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios e informes.
A20	Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación.
A35	Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad
B1	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico.
B2	Capacidad de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería industrial.
B4	Capacidad de trabajar y aprender de forma autónoma y con iniciativa.
B5	Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.
B9	CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
B10	CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
B11	CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
C1	Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma.
C5	Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con los que deben enfrentarse.

3.2. Formación de los equipos

Los alumnos tuvieron que organizarse por grupos y nombrar un coordinador

3.3. Planificación de las sesiones de prácticas

Las prácticas se impartieron a ocho grupos los días: lunes, miércoles y viernes del segundo cuatrimestre en sesiones de 1,5h, de tal manera que cada grupo tiene seis sesiones de prácticas separadas dos semanas entre sí computando un total de 9h de prácticas

3.4. Producto final

El producto final que se pretende obtener es:

1. Estructura geodésica, de una tipología y complejidad a elección de cada grupo, pero en cualquier caso con el visto bueno del profesor

2. Un portfolio de aprendizaje, incluyendo :

- Portada: indicando, entre otras cosas, el título de la asignatura, curso académico, título de la práctica, nombre del grupo
- Índice.
- Composición del grupo (alumnos) con identificación del coordinador
- Esquema y descripción de la estructura escogida
- Lista de materiales adquirido incluyendo los campos: Uds, concepto, pvp unit, pvp total, así como el proveedor
- Proceso de construcción
 - o Cuadro resumen de los tiempos empleados en cada tarea
 - o Fotos obtenidas en el proceso de construcción
- Simulación del proceso de construcción con Arena Simulation
 - o Datos extraídos de la simulación
- Reflexión sincera acerca del desempeño en la construcción de la estructura
 - o Desviaciones en los tiempos achacables al grupo
 - o Desviación en los tiempos de montaje por causas ajenas al grupo
- Reflexión sincera acerca del proceso de aprendizaje en el contexto de la práctica
- Anexo: Partes de trabajo de los trabajadores

a. Tareas a desarrollar

Tabla 2. Planificación de trabajos

Tarea	Semana					
	1	2	3	4	5	6
Selección del tipo de estructura geodésica (https://acidome.ru):						
Elaboración de lista de materiales y adquisición de los mismos	x					
Organización de la producción						
Construcción de la estructura:						
1. Marcado y corte de tubos según despiece						
2. Marcado y termoformado de extremos de tubos						
3. Marcado y taladrado de extremos de tubos		x	x	x		
4. Elaboración de premontajes empleando tornillería						
5. Montaje de la estructura empleando tornillería						
6. Pintado de la estructura (opcional)						
Introducción a Arena Simulation y simulación del proceso					x	x

b. Recursos disponibles

- Taller de motores de la Escola. Se disponía de la siguiente herramienta:
 - o Elementos para medición y marcado de piezas
 - o Herramienta de mano diversa: destornilladores, llaves varias, sierras para metal
 - o Pistolas de calor
 - o Taladro de columna, taladro de batería con diversas puntas para apriete
- Aula de ordenadores de la Escuela con instalación de Arena Simulation versión de estudiante
- Moodle de la asignatura

c. Evaluación

Con objeto de asignar la calificación correspondiente al desempeño en la parte de taller se solicitó a los coordinadores que se evaluaran a sí mismos, así como a los componentes de sus respectivos equipos. Posteriormente el profesor de prácticas realizó un ajuste de la calificación de cada grupo de tal manera que se igualaron las medias de todos los grupos con la media global de la clase.

Fue evaluado también el portfolio aportado por cada grupo. Para ello se tuvo en cuenta:

- La calidad global del portfolio entregado
- La complejidad del modelo de simulación y los datos y reflexiones extraídos del mismo
- Las conclusiones extraídas acerca de las ineficiencias en taller
- Las conclusiones extraídas acerca del proceso de aprendizaje

4. RESULTADOS

4.1. Trabajo de Taller

Se formaron 8 grupos de trabajo y construyeron las estructuras geodésicas en figuras 1 a 6.



Figura 4. Icosaedro V3, 7/12, $r=0,5$ m tubo de 16 mm (GRUPO 1)

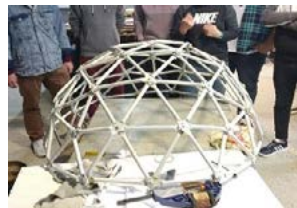


Figura 5. Icosaedro V3, 7/12, $r=0,5$ m tubo de 16 mm (GRUPO 2)

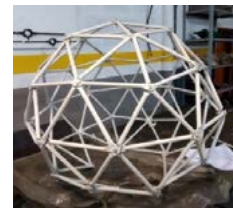


Figura 6. Icosaedro V2, 1/1, $r=0,5$ m tubo de 20 mm (GRUPO 3)



Figura 7. Icosaedro V3, 7/12, $r=0,6$ m tubo de 20 mm (GRUPO 4)



Figura 8. Octaedro V3, 1/2, $r=0,5$ m, tubo de 16 mm (GRUPO 5)



Figura 9. Icosaedro V3, 7/12, $r=0,7$ m, tubo de 16 mm (GRUPO 6)

4.2. Simulación

Todos los grupos realizaron un modelo de su proceso de fabricación y lo alimentaron con los tiempos obtenidos en la actividad de taller

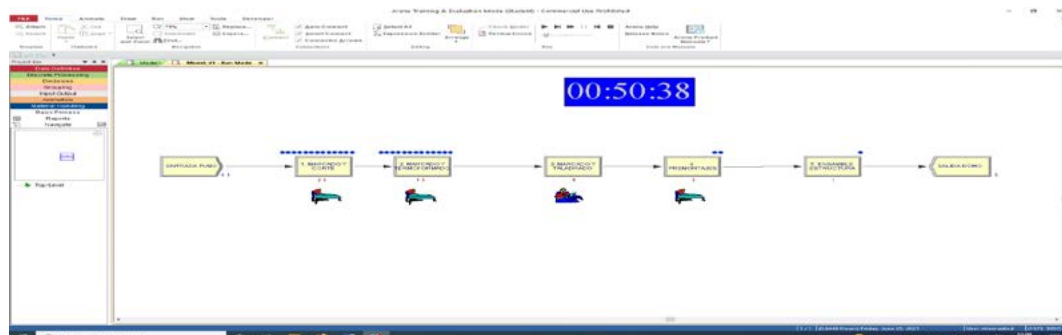


Figura 10. Pantalla de simulación de proceso de uno de los grupos

4.3. Comparación de tiempos entre partes de trabajo y simulación

Tabla 3. Tiempos registrados

	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Nº integrantes	9	7	7	9	7	5
H/h Partes de trabajo	36:15	30:25	25:48	36:53	41:24	19:45
H/h Simulación	16:18	22:58	19:22	24:03	22:35	20:18

5. CONCLUSIONES

En todos los grupos se observó una fuerte discrepancia entre el tiempo invertido en el taller y el tiempo obtenido al correr la simulación (Tabla 3). De la reflexión y el debate se extrajeron diversas causas, agrupadas en causas achacables a cada grupo. A grandes rasgos:

- Organización ineficiente del trabajo
- Absoluta inexperiencia en el manejo de herramienta

y causas ajenas a los grupos:

- Elevado número de integrantes
- Desorden en el taller
- Grupos trabajando de modo simultáneo en el mismo espacio y con los mismos medios
- Sesiones de prácticas demasiado espaciadas en el tiempo

El descriptivo de las calificaciones obtenidas por los alumnos no es relevante, aunque sí cabe resaltar que los coordinadores de los grupos en su faceta de evaluadores actuaron con más solidaridad que justicia, ya que en cada grupo y de modo natural surgieron uno o dos alumnos que lideraron con su actitud, y esa diferencia de rendimiento con respecto a sus compañeros en mi opinión no se ha visto reflejada con suficiente nitidez en la calificación recibida por parte de los coordinadores

Fue recabado el grado de satisfacción de los alumnos con la práctica mediante su testimonio plasmado en la memoria final entregada y en general éste fue muy elevado, reconociendo lo gratificante de la experiencia realizada en el taller, tanto por el aprendizaje y trabajo autogestionado en equipo, como por el resultado obtenido (construir una estructura esférica empleando componentes rectos casi suponía ‘entregarse a un acto de fé’).

Fue valorada positivamente la estrategia pedagógica planteada de reflexionar acerca de la organización del proceso de producción con posterioridad al trabajo realizado en el taller.

REFERENCIAS

- [McMaster](En línea) McMaster University (2001). *Problem-Based Learning*: <http://www.chemeng.mcmaster.ca/pbl/pbl.htm>
- Kelton, W.D, Sadowsky, R.P., Zupick, N.B. (2014). *Simulation with Arena*. Ed McGraw-Hill. Boston. 656 pp
- Woods, D. R et al. (2000). *The future of engineering education. Developing Critical Skills*. Chem. Engr. Education, 34 (2), 108-117.

Proposal of competency-based assessment tool for chemistry laboratory skills: case of study abroad program

A. Pruna^{a,1}, A. Sonseca^{a,2} y A.M. Pedrosa^{a,3}.

¹apruna@itm.upv.es; ²agsonol@upvnet.upv.es; ³anpedsan@dimmm.upv.es

^aDepartamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universitat Politècnica de València
Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España

ABSTRACT

The present paper proposes a competency-based tool for the evaluation of first-year laboratory skills during a chemistry course for study abroad students at Universitat Politècnica de València (UPV). The tool was developed in order to help the students improve their skills for professional career. This study investigated the Specific Instrumental Transversal Competence (CT_{I3} in the UPV institutional project), for which the students must understand the management and objective of some experimental measurement instruments. The specific chemistry laboratory skills were evaluated in two laboratory sessions and it was focused on the outcomes: identification of the basic instruments and their purpose, the ability to use said instruments following given instructions, applying safety norms in handling the instruments, ability to autonomously use the said instruments and the ability to select and combine the adequate instrument for a given issue. The main instruments involved in the collection of necessary data were observation, checklists, individual questionnaires, and content analysis of the course material. Based on the findings of the study, recommendations were proposed.

Keywords: competency-based assessment questionnaire; specific experimental competency; chemistry laboratory skills

RESUMEN

En este trabajo se propone un instrumento de evaluación de las competencias prácticas de laboratorio en la asignatura de química. Se consideraron para esta experiencia los alumnos de primer grado de intercambio en la Universitat Politècnica de València. El instrumento se ha diseñado con el objetivo de ayudar a los estudiantes en mejorar sus habilidades para una carrera profesional. Se han estudiado las competencias transversales instrumentales específicas (CT_{I3} en el proyecto institucional de la UPV) para las cuales los alumnos deben conocer la utilidad de algunos instrumentos o equipos de laboratorio de química. En la evaluación de las competencias prácticas en el laboratorio de química se consideraron dos sesiones de prácticas. El instrumento de evaluación está enfocado en las capacidades de los alumnos de identificar herramientas básicas y su utilidad, el manejo de dichas herramientas según unas instrucciones previamente

dadas, la destreza en usar de manera segura y responsable dichas herramientas, la habilidad de manejo autónomo de dichas herramientas y la capacidad de seleccionarlasy combinarlas con el fin de resolver un problema complejo. Los instrumentos principales utilizados en la colección de datos fueron: la observación por parte del profesor, uso de listas tipo checklist, cuestionarios individuales y el contenido del material de la asignatura. En base a los resultados del análisis, se han propuesto varias recomendaciones de mejora.

Palabras clave: cuestionario; competencia transversal instrumental específica; practicas de laboratorio de química

1. INTRODUCTION

Practical experimental activities play a main role in the science curriculum, as by practical experiences, the students find the meaning of the theory (Hofstein, 2004). In experimental laboratory activities the learners are introduced to varying instruments and techniques, where the selected instruments are correlated to the theory notions covered. The laboratory activities are generally designed so as to engage students individually, in small groups and in large-group demonstration setting. It is known that the inquiry-type laboratory activities have the potential to develop the student's abilities and skills such as the design and undertaking the scientific investigations, formulating hypothesis or scientific argumentation (Hofstein and Lunetta, 2004).

The development of practical laboratory work in chemistry education is highly important as this allow the students to deal with chemicals and instruments to develop competencies for the research industry. Despite the fact that chemistry subject is a laboratory-work oriented one and the high potential of instructional potential of the laboratory activities, such activities are often designed for the acquisition of observational skills and thus, the students' efficiency in the laboratory work is low. Depending on the type of laboratory investigations, at level zero, the students replicate an experiment in order to learn the accuracy in the process and all procedures are given. In level one, the students have to collect the data and draw the conclusions while in level two only the problem is given and the student designs the procedure in order to collect the data and draw the conclusions.

Under above considerations, it was found interesting and important to study practical skills in the chemistry laboratory in order to have a better correlation of the laboratory investigations with the theory content by developing an assessment tool. The practical laboratory activities are centred on developing the skills for the preparation of the instrument for the required activity, calibration of the instrument, ability to work safely under health and safety regulations, delivering accurate results, recording observations and collecting data, ability to analyze the data and draw conclusions. The lab reports are thus directly related to the instrumental skills. Similar tools have been designed to assess the practical instrumental skills in the fields of mechanical engineering and materials science (Carballeira, 2019) and it was revealed that the grade for the lab course does not reflect the lab skills.

This study involves the first-year fall semester study abroad students for General Chemistry Laboratory course in 2019-2020 academic year, at Universitat Politècnica de València (UPV). As study abroad students, the students' background is varying, as well as their major. The chemistry lab course under study constitutes in this situation an obligatory or optional subject, as depending on the specialization of the student. According to UPV learning results (UPV, 2004) on specific instrumental competencies (CT_{I3}), the level of acquisition involved is the first one which is focused on three outcomes: O₁) the identification of the instruments and their purpose, O₂) the ability to use the basic instruments following given instructions, and O₃)

applying safety norms in handling the instruments. However, given the different backgrounds of the students, the proposed assessment tool considered the outcomes corresponding to level 2 of the specific instrumental competency, as well : O₄) ability to autonomously use the basic instruments, and O₅) the ability to select and combine the adequate instrument for a given issue. The measurement of the level of acquisition of the specific instrumental skills is done through individual questionnaires.

2. PREVIOUS WORKS

Previous works on the use of questionnaires for the assessment of the specific instrumental skills were reported for subjects such as Materials Science and Mechanical Engineering at UPV (Giner-Navarro, 2019; Martinez-Casas, 2019; Pedrosa, 2020). The success of the assessment tools was reported. It was revealed that the degree obtained for the practical part of subjects doesn't reflect the level of acquisition of the instrumental skills which highlights the necessity of implementing such tool.

3. METHODOLOGY

The study involves study-abroad students for General Chemistry Laboratory course which allows the implementation of the assessment tool for a group to which fewer students had enrolled and thus to be able to propose improvements based on the results obtained from the analysis of the data. The number of students enrolled to this course was 17. The assessment tool was tested in two arbitrary chemistry laboratory sessions. For this study, the sessions were the titration (hereafter session 1) and heats of solution (hereafter session 2) and it involved team work, where the teams were formed of 3 students. The assessment tool considered the outcomes mentioned above and described in Tables 1 and 2. The success of each of the learning outcomes was divided into 4 levels, namely D- not achieved, C – insufficient, B – sufficient and A – outstanding, respectively.

Table 1. Learning objectives level 1, specific instrumental skills

Outcome	Learning objective	D Not reached	C Poor	B Good	A Outstanding
O1	Identifies the instruments and their purpose	Doesn't identify the basic instruments	Identifies but doesn't recognize the purpose of the instruments	Identifies the basic instruments and their main purpose	Identifies additional functions of the instruments
O2	Ability to use the basic instruments following given instructions	Can't follow the given instructions	Uses the instruments under given instructions but doesn't understand what is doing	Uses the instruments following the given instructions and understands what is doing	Uses the instruments with facility and interprets the results
O3	Applies safety norms in handling the instruments	Doesn't follow the safety norms	Identifies the risks and the available safety elements	Uses safely the instruments	Uses the instruments in a safe manner, minimizing the risks for the other students or instruments

Source: UPV (2014)

Table 2. Learning objectives level 2, specific instrumental skills

Outcome	Learning objective	D Not reached	C Poor	B Good	A Outstanding
O4	<i>Ability to autonomously use the basic instruments</i>	<i>Can't use the instruments without detailed given instructions</i>	<i>Able to use the instruments following same basic instructions</i>	<i>Able to use autonomously the instruments</i>	<i>Ability to use the instruments by exploiting all their functions</i>
O5	<i>Ability to select and combine the adequate instrument for a given issue</i>	<i>Can't identify the necessary instruments for the given issue</i>	<i>Identifies the instruments to be employed but doesn't apply them in the correct combination in order to solve the issue</i>	<i>Selects and combine correctly the instruments in order to solve the given issue</i>	<i>Discovers new ways to employ or combine the instruments in order to solve the given issue</i>

Source: UPV (2014)

The structure of the assessment tool is further given in Table 3. Thus, for the outcome 1 (the identification of the instruments and their purpose), an individual questionnaire was developed. Given that the laboratory course evaluation was already based on a pre-lab quiz and lab report together with post-lab problems, the grade obtained for the lab report and post-lab was employed for assessing O2 (the ability to use the basic instruments following given instructions). The observation of the laboratory practice by the instructor according to a checklist and the grade for the pre-lab quiz were employed for assessing O3 (applying safety norms in handling the instruments). Other 2 questionnaires were employed for O4 and O5 (ability to autonomously use the basic instruments and the ability to select and combine the adequate instrument for a given issue). The questionnaires were available to complete after the laboratory sessions and were individual for each lab session in the study. The questions employed in the questionnaires aimed to evaluate the student understanding on the purpose of the instruments employed in the related session as well as the ability to combine the proper instruments to be used in a given issue. More specifically, the questions were designed to select the glassware/instrument or a sequence of glassware required for the titration/record the temperature change on dissolving a reactant in order to achieve a specific result. The results of the questionnaire were not included in the final grade of the laboratory course. The following grade ranges were considered: 0-2.5, 2.6-5.0, 5.1-7.5, 7.6-10, for the success levels A, B, C and D, respectively. Thus, the students reach laboratory skills corresponding to the success level of the competency in question by averaging the values for all outcomes.

Table 3. Proposed assessment tool for chemistry instrumental practical skills

Outcome	Assessment tool
O1	<i>Individual questionnaire</i>
O2	<i>Lab report and post-lab</i>
O3	<i>Pre-lab and checklist</i>
O4	<i>Individual questionnaire</i>
O5	<i>Individual questionnaire</i>

4. RESULTS AND DISCUSSION

The result for each outcome assessed with the proposed tool was collected and their average was employed for the value corresponding to the chemistry specific instrumental skills. Two values were obtained for the competency in correspondence to the two lab sessions. The competency values and the final grade for the laboratory course are represented in Figure 1, for each student. The assessment was voluntary and the response rate of the students was 88.2%. The values for the final grade were higher than those obtained by applying the competency-based assessment approach for both laboratory sessions. The differences between the final lab grade and the competency ranged from 0.3 to 1.7 for the session 1 while for session 2 it was between 0.4 and 1.7. There is a slight difference in the values obtained for the competency for the two sessions which are attributed to the varying notions involved and the students' background. The obtained results are in agreement with previous studies on practical instrumental skills in the fields of mechanical engineering or materials science (Pedrosa, 2021; Carballeira, 2019), that is the need for an assessment tool is demonstrated since there is a difference between the competency results and the lab grades.

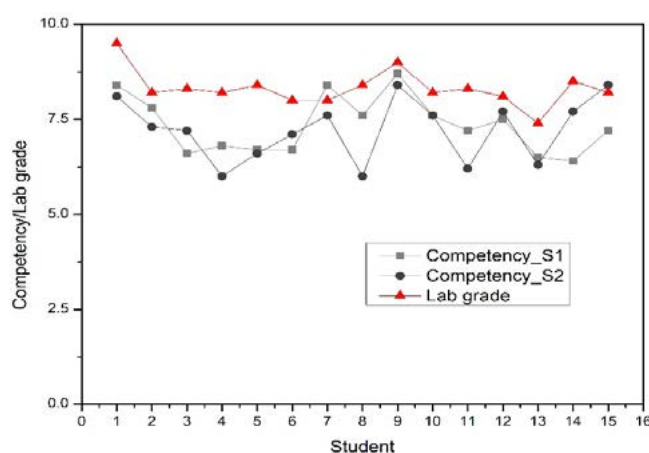


Figure 1. Final lab grade and the evaluation of laboratory skills for session 1 and 2 (S1, S2).

On the other hand, the outcomes were analyzed with the evolution of the grade ranges, from D to A. The results are represented in Figure 2 and it can be observed that level 1 of the competency according to UPV is achieved successfully, as the outcomes 1-3 consist mainly in the range A (outstanding). As the outcome gains more importance for the practical skill, the proportion of range B increases. Thus, it is clearly seen that level 2 of the competency contains range D, as well, for the most complex outcome, O5. This results is obvious since the students are first-level ones, however, given their different background it was found useful to consider the level 2 in the overall value of the competency, in order to gain an increased perspective.

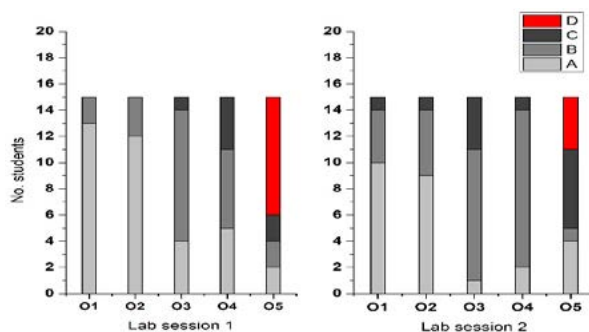


Figure 2. The success level for each outcome for session 1 (left) and session 2 (right).

In order to explain the results obtained for outcomes O₄ and 5, a supplementary questionnaire consisting in a list of statements related to the experiences in General Chemistry I laboratory activities was distributed among the students. The students responded on a five-point Likert scale to what extent they agreed or disagreed to the statements (5 = Strongly Agree, 4 = Agree, 3 = Neutral, 2 = Disagree, 1 = Strongly Disagree). Their response is summarized in Table 4. Since such questionnaire was voluntary as well, it should be noted that response rate in this case was 64.7%.

Table 4. Mean student response to laboratory activity.

Statement	Mean response
<i>The course materials helped me understand the subject matter.</i>	3
<i>The work required of me was appropriate based on course objectives</i>	3.36
<i>This course encouraged me to think critically.</i>	3.45
<i>Teacher stimulated my interest in the subject matter.</i>	4.25

As shown in Table 3, the students responded above average for most items. However, it was identified that students have difficulties in grasping the aim and understand the importance of the activities. Moreover, as it can be observed the mean response values agree with the O₃ and O₄ of the competency-based assessment tool, indicating the need for activity levels of the laboratory procedures. Moreover, the results indicates that there should be a better correlation between the practical laboratory activities and the theory course content.

5. CONCLUSIONS

The obtained results indicated the final grade for the laboratory activities doesn't represent an appropriate tool to be employed for assessing the students' laboratory skills which points to the importance of designing a competency-based assessment tool. An evaluation of laboratory skills should be considered, as well, because different laboratory sessions yield different grades. Moreover, while the evaluation of the laboratory practice is continuous, the practical sessions are performed in teams and the instructor offers feedback during the session, the competency-based assessment tool only considered an individual answer to given questions, in absence of the instructor feedback.

It is proposed that class data should be discussed, and each student should participate rather than considering the limiting data obtained by each team of students doing the laboratory activities and having an average session grade for all team members. Background should be considered in designing the laboratory work in the future and the course should target in helping students to autonomously employ the instruments by considering activities with different levels of difficulties.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank for funding from Universitat Politècnica de València (PIME B/19-20/165 project) and Instituto de Ciencias de la Educación from Universitat Politècnica de València (EICE INTEGRAL).

REFERENCES

- Carballeira J.; Giner-Navarro J.; Martínez-Casas J.; Sonseca, A. et al. (2019). Experiencias recientes para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Ingeniería Mecánica y Ciencia de los Materiales. V Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red (IN-RED 2019). Valencia. Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2019.2019.10522>
- Giner-Navarro J., Sonseca A.; Carballeira J. and Martinez-Casas J. (2019). Assessment of instrumental skills and capacity to use the techniques and tools in practice within a subject related to mechanical engineering. 13th International Technology, Education and Development Conference (INTED 2019). Valencia. IATED Academy. 1374 pp.
- Hofstein A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation and evaluation, Chemistry Education Research and Practice, 5, 247 pp.
- Hofstein A. and Lunetta V.N. (2004). The laboratory in science education : Foundation for the 21 st century, Science Education, 88, 28 pp.
- Martinez-Casas J.; Giner-Navarro J.; Sonseca A. and Carballeira J. (2019). Evaluación de las habilidades instrumentales y la capacidad para utilizar las técnicas y herramientas prácticas en el contexto de la ingeniería mecánica. XXVII congreso nacional de innovación+docencia+técnica (CUIEET 2019). Alcoy. Universitat Politècnica de València. ISBN 978-84-09-02970-9.
- Pedrosa A.M., Besa A., José Rupérez M.J., Sánchez-Orgaz E.M., Giner J. et al. (2021). Experiencias y conclusiones en el desarrollo y validación de instrumentos de evaluación enfocados a la adquisición de la competencia transversal 'CT13 Instrumental Específica' en asignaturas de Ingeniería Mecánica. VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red (IN-RED 2021). Valencia. Universitat Politècnica de València
- Pedrosa A.M.; Sanchez-Orgaz E.M.; Lozano-Minguez E.; Martinez-Sanchis S. (2020) "Implementation of activities for the evaluation of the specific instrumental transversal competence in subjects in the area of mechanical engineering". En : 13th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2020). Online: IATED Academy. 597-602.
- UPV. *Competencias transversales*. <<http://www.upv.es/contenidos/>> [June 2021].

**EL PATRIMONIO INDUSTRIAL,
UNA OPORTUNIDAD EN LA
FORMACIÓN DE INGENIEROS**

Aplicación del empleo de drones en la identificación y análisis de patrimonio industrial. Uso en titulaciones universitarias

S. Martín-Béjar^a, F.J. Trujillo^a, C. Bermudo^a, J. Claver^b, M. A. Sebastián^b, L. Sevilla^a

smartinb@uma.es ; trujillov@uma.es ; carbergam@uma.es ; jclaver@ind.uned.es ; msebastian@ind.uned.es ; lsevilla@uma.es

^a Departamento de Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Málaga, C/ Dr. Ortiz Ramos s/n, CP-29071 Málaga, España.

^b Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), C/ Juan del Rosal, 12, CP-28040 Madrid, España.

ABSTRACT

Industrial heritage studio, as a cultural heritage typology, show the relation between technology and society in each moment and how social movements were carried out due to the productive activities development in this era. Industrial heritage assets analysis as a whole, show a higher knowledge that individualized analysis. Therefore, aerial image uses can be considered a resource that facilitate its study and comprehension.

Nowadays, Unmanned Aerial Vehicles have become in a great interest resource in projects development of assets construction and conservation, allowing the performance of land digitals models or Building Information Modelling (BIM), among others.

Digitalization techniques are developed in industrial degrees. In spite of this, industrial heritage knowledge is not widely studied in these careers.

In this work, a studio about the Unmanned Aerial Vehicles in the identification and analysis of industrial heritage have been carried out, and different options that allow to develop the knowledge related with industrial heritage in degrees and master has been performed.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, industrial heritage, factory, assets.

RESUMEN

El estudio de patrimonio industrial, como tipología de patrimonio cultural, muestra la relación entre la tecnología y la sociedad de cada momento y cómo se llevaban a cabo los movimientos sociales a causa del desarrollo de las actividades productivas de la época. El análisis de bienes de patrimonio industrial como un conjunto, aporta mayor conocimiento que el análisis

individualizado. De este modo, el uso de imágenes aéreas se ha convertido en un recurso que facilita su estudio y comprensión.

En la actualidad, el uso de vehículos aéreos no tripulados (drones) se ha convertido en un recurso tecnológico de gran interés, permitiendo el desarrollo de modelos digitales de terreno o bien de modelos de información de construcción (BIM), entre otros.

Si bien las técnicas de digitalización se desarrollan en las titulaciones de grado de ámbito industrial, el estudio del patrimonio industrial no es una competencia que esté ampliamente estudiada en este tipo de titulaciones.

Por lo tanto, en el presente trabajo se pretende hacer un estudio sobre el uso de drones para el análisis y la identificación de bienes de patrimonio industrial, así como presentar diferentes opciones que permitan el conocimiento sobre bienes patrimoniales en titulaciones universitarias de grado y postgrado.

Palabras clave: dron, patrimonio industrial, fábrica, bien inmueble.

1. INTRODUCCIÓN

El patrimonio histórico y cultural es considerado como una muestra de la identidad de un pueblo en un momento determinado de su historia. El estudio y conservación de conocimientos generados en el pasado por una sociedad, teniendo en cuenta el contexto en el que se realizaron, permite establecer una memoria colectiva sobre un conjunto de usos y costumbres que deben ser protegidos y transmitidos, tanto a las generaciones presentes como a las futuras.

El patrimonio industrial, como tipología de patrimonio histórico y cultural, también debe ser estudiado y protegido, presentando diferentes singularidades con respecto al resto de elementos patrimoniales. En primer lugar, es necesario considerarla como una tipología joven, ya que el desarrollo tecnológico, asociado a la actividad de tipo industrial, ha presentado una mayor evolución a partir de los últimos siglos, teniendo su momento histórico de mayor interés en la Primera Revolución Industrial (Siglo XVIII). Por otro lado, esta evolución tecnológica, ha tenido un desarrollo mucho más importante a lo largo del último siglo, generando una gran cantidad de elementos de tipo industrial (fábricas, maquinaria, desarrollo de procesos, etc.) que rápidamente quedan obsoletos. Al ser una tipología patrimonial de especial riesgo, requiere atención, así como generar registros que perduren su conocimiento en el futuro (Claver y Sebastian 2016).

El estudio y análisis de esta tipología patrimonial debe considerar el contexto en el que se encuentra relacionado un bien, ya que el estudio de bienes patrimoniales de forma individualizada (fábricas, procesos, maquinaria, etc.) generaría una pérdida de información. Además, el contexto histórico y social es otro elemento a tener en cuenta en su estudio, generando información valiosa que da sentido a las características del bien que se desarrolló en un lugar y en un momento histórico determinado (Somoza-Medina 2021).

La generación de imágenes de los bienes patrimoniales, inicialmente a través de grabados, era como uno de los principales métodos de registro de elementos de tipo patrimonial. Posteriormente, el desarrollo tecnológico hizo que la fotografía facilitase la generación de registros, aumentando el número de imágenes obtenidas, así como la fidelidad de la imagen con respecto a la realidad. Sin embargo, estas imágenes se obtienen generalmente desde una perspectiva con el observador situado sobre el terreno, requiriendo un número importante de imágenes para poder obtener información de todo el entorno en el que se encuentra el bien (Analysis et al. 2020).

El desarrollo de vehículos aéreos no tripulados, también conocido como drones, permite la obtención de imágenes aéreas, generando una nueva perspectiva del bien, que incluye información del entorno en el que se encuentra ubicado, facilitando, así, su estudio y comprensión. Además, estos vehículos permiten acceder a zonas que no pueden ser observadas desde el terreno, o bien acceder a espacios reducidos y otros espacios que pudieran suponer un riesgo para las personas (Meyer et al. 2016).

Por otro lado, se ha constatado que los programas formativos en las titulaciones universitarias relacionadas con la ingeniería industrial apenas cuentan con contenidos formativos relacionados con el patrimonio industrial. Si bien un contenido específico en esta materia puede ser considerado en titulaciones de postgrado, la consideración de elementos patrimoniales de tipo industrial en actividades prácticas de otras materias podría considerarse como una oportunidad para introducir la necesidad de protección que presentan esta tipología de bienes.

En este trabajo se realiza un análisis sobre diferentes aplicaciones del uso de drones para el estudio de bienes patrimoniales de uso industrial, así como una evaluación de las posibles aplicaciones prácticas del patrimonio industrial en docencia de grado y postgrado.

2. APLICACIONES DE DRONES EN ESTUDIOS DE BIENES PATRIMONIALES INDUSTRIALES

Una de las primeras actuaciones que han de llevarse a cabo sobre bienes patrimoniales de tipo industrial es el análisis para la puesta en valor y la identificación del bien. En este ámbito, la digitalización de un bien es una acción que permite generar su registro, el cual permite, además, realizar un análisis pormenorizado de sus singularidades. Además, la digitalización también facilita la realización de actuaciones de conservación y rehabilitación de bienes, pudiendo decidir y planificar las estrategias de actuación que se van a llevar a cabo.

A continuación, se van a establecer las principales aplicaciones de un dron, especialmente para el estudio de bienes patrimoniales de tipo industrial, mediante dos actuaciones: puesta en valor de bienes patrimoniales y conservación y rehabilitación.

2.1. Puesta en valor de bienes patrimoniales de tipo industrial

Como se ha comentado en la introducción, la generación de imágenes ha sido la primera actuación llevada a cabo para generar registros de bienes industriales. En la actualidad, el dron facilita la obtención de imágenes desde una perspectiva aérea, completando la galería de imágenes que se pueden obtener sobre un bien patrimonial de tipo industrial.

Teniendo en cuenta que estos bienes industriales cuentan entre sus características elementos de gran altura, como puede ser una chimenea, además de considerarse elementos estructurales asociados a espacios de gran extensión, estas imágenes aéreas facilitan la aproximación y observación de estos elementos singulares, así como la obtención en una sola imagen de todo el espacio que ocupa la actividad fabril. Estas imágenes enriquecen el contenido de archivos de imágenes relacionadas con el patrimonio industrial, lo que, en el caso de ser accesibles a cualquier usuario, facilita la transferencia de este conocimiento hacia la sociedad (PATRIF; Collections | Europeana n.d.).

La aproximación a elementos singulares de un bien industrial, además de facilitar su observación, permite la obtención de medidas de forma indirecta. La utilización de una referencia medida directamente, permite obtener, de forma escalada, la magnitud de un elemento fotografiado. De este modo, se pueden obtener medidas de elementos del bien que resultaría más

complejo y más costoso si se realizaran directamente, obteniéndose un error del orden de centímetros (Martín-Béjar et al. 2020).

La fotogrametría permite extraer información con exactitud de objetos físicos a partir de imágenes. En el caso de bienes patrimoniales industriales, la generación de imágenes aéreas sobre una extensión de terreno de forma organizada, unido al uso de sistemas de tratamiento computacional, permiten obtener modelos tridimensionales (3D) mediante la aplicación de técnicas de fotogrametría, creando un registro del bien completo y posibilitando su análisis desde un ordenador, al tomar medidas de elementos con alta precisión. La aplicación de esta técnica de digitalización se viene aplicando a elementos del patrimonio histórico (Sun and Zhang 2018), por lo que su empleo en el ámbito del patrimonio industrial es una oportunidad de cara a futuras investigaciones.

El desarrollo tecnológico actual posibilita nuevos modelos para la obtención de información de un elemento, permitiendo generar un modelo tridimensional. La tecnología LIDAR (Light Detection and Ranging), basada en la detección remota mediante laser, permite “acoplarse” a los drones para obtener la información necesaria de cara a la generación del modelo 3D. Mientras los sistemas de fotogrametría suelen acompañarse de información a partir de sistemas de georreferenciación u otros valores de referencia conocidos, la tecnología LIDAR obtiene directamente la georreferenciación de la superficie o del bien a modelar. Esta tecnología está aún por desarrollarse en el ámbito del patrimonio industrial, encontrándose pocos estudios en la literatura (Fernández-Lozano et al. 2018).

Por su parte, el dispositivo de escaneo laser permite obtener modelos tridimensionales con buena precisión. Este tipo de tecnología obtiene la información con el dispositivo colocado sobre el terreno, requiriendo una mayor duración de toma de información en campo y pudiendo originarse sombras en el modelo debido a que haya elementos que queden ocultos por otros de mayor altura. Este tipo de inconvenientes se resuelve con la utilización del dron, que facilita la observación de todo el elemento a estudiar y el tiempo de trabajo en campo es inferior, si bien se requiere de una planificación previa.

Es necesario tener en cuenta que el desarrollo de modelos digitales supone el punto de partida para generar otros modelos, a los que se les puede ampliar la información de tipo constructivo, como en el caso de modelos BIM (Building Information Modelling) o bien de modelos mediante realidad aumentada o de realidad virtual, permitiendo la interacción de un usuario con el diseño realizado (Ladron de Guevara 2018).

Por lo tanto, la utilización de drones para la generación de modelos 3D es una herramienta tecnológica que ofrece muchas posibilidades para la generación y transmisión del conocimiento relacionado con bienes de patrimonio industrial, fin principal de la puesta en valor de un bien.

2.2. Conservación y rehabilitación de bienes patrimoniales de tipo industrial

La preservación de un bien inmueble industrial es una muestra de la actividad fabril que se realizó en dicho lugar en un periodo de tiempo determinado, por lo que su conservación puede considerarse una necesidad para enriquecer el conocimiento. Sin embargo, es complejo mantener todas las características propias de la actividad en dicho espacio, siendo necesario, en ocasiones, buscar nuevas utilidades al bien inmueble y se conserva la máxima información posible de lo que un día fue.

En la actualidad, los sistemas BIM están facilitando el trabajo de diseño y de desarrollo en la actividad constructiva de un edificio, ya que permite evaluar de una forma fehaciente las características constructivas de la edificación, así como facilitar el seguimiento y modificaciones

que sean necesarias llevar a cabo en la misma. En el ámbito patrimonial, enfocado a actuaciones de conservación y rehabilitación de bienes, se ha considerado una tipología derivada de los sistemas BIM, reconocida como HBIM (Heritage Building Information Modelling). Este sistema de modelización de un bien patrimonial permite registrar todas las características constructivas de la edificación, así como establecer planes para el mantenimiento y conservación del bien (Yang et al. 2020).

Una de las actuaciones, que se llevan a cabo para la conservación de bienes patrimoniales, es aprovechar los espacios que han dejado de utilizarse para una actividad industrial, en otros nuevos usos, manteniendo la esencia de lo que el edificio representó en su día. En este sentido, rehabilitar inmuebles para nuevos usos, y según la normativa vigente, se requiere de estudios de eficiencia energética de los elementos constructivos. Al tratarse de edificaciones de grandes dimensiones, la utilización de drones que pueden disponer de cámaras térmicas, facilita la obtención de imágenes en un breve periodo de tiempo, pudiendo realizarse su análisis con posterioridad. Esto permitiría evaluar zonas de la edificación con una mayor pérdida de energía, como ocurre en el caso de los puentes térmicos, o bien, el balance energético según las características constructivas de la edificación, estableciendo actuaciones sobre la edificación que permitan hacerlo energéticamente más eficiente (Lidelöw et al. 2019).

Finalmente, la utilización de cámaras multiespectrales en un dron permite hacer un análisis de la superficie de la edificación, determinando la deposición de microorganismos, metales o algún elemento contaminante que pudiera generar el deterioro del bien, especialmente en aquellos de mayor antigüedad, en los que los materiales constructivos empleados pudieran presentar menor resistencia al paso del tiempo. Por otro lado, las imágenes hiperespectrales permiten analizar superficies del terreno y valorar la posibilidad de la existencia de algún elemento (edificación, caminos, ríos, entre otros) que a simple vista no puede distinguirse en la actualidad, al no quedar restos claros del mismo (Salgado et al. 2020).

3. APLICACIONES EN EL ÁMBITO EDUCATIVO.

El estudio del patrimonio industrial, a nivel de grado, no está extendido a nivel nacional, siendo una formación muy residual en las universidades españolas. Además, en aquellos casos en los que se desarrolla una asignatura relativa a esta temática (optativa en la mayoría de los casos), no está directamente relacionada con titulaciones de ingeniería industrial, sino en otras como arquitectura o historia del arte, tal y como ocurre, en este último caso, en la Universidad de Málaga.

Por otro lado, a nivel de master, el desarrollo de asignaturas focalizadas en el patrimonio industrial tiene una mayor implantación que a nivel de grado. Como ejemplo, se desarrollaron las asignaturas de Metodología de investigación en ingeniería de fabricación y de Metodología de análisis avanzado de procesos de fabricación en diferentes Master impartidos por la Universidad Nacional de Educación a Distancia y por la Universidad de Málaga respectivamente (Sebastián et al. 2012). La singularidad que presenta esta tipología de conocimiento puede considerarse apropiada en estudios de master, sin embargo, la idea de protección y conservación de bienes patrimoniales industriales debería desarrollarse a niveles de grado.

El desarrollo de estas actuaciones formativas, en titulaciones ajenas a la ingeniería industrial, suelen focalizar su contenido en el estudio de bienes inmuebles, especialmente en titulaciones relacionadas con la arquitectura, o bien sobre comportamientos sociales relacionados con la actividad industrial, como pueden desarrollarse en titulaciones relacionadas con las humanidades. Sin embargo, el estudio del patrimonio industrial es más extenso que estos dos ámbitos, integrando bienes muebles relacionados con la actividad industrial, como puede ser el desarrollo

tecnológico del equipamiento industrial que ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, donde esta tipología de conocimiento se aproxima en mayor medida a titulaciones relacionadas con la ingeniería industrial.

Las titulaciones de ingeniería industrial cuentan en su curriculum académico con diferentes asignaturas relacionadas con la edificación. En estas asignaturas es habitual desarrollar actuaciones relacionadas con el diseño gráfico de edificios, así como la necesidad de realizar estudios de eficiencia energéticas en las edificaciones. En este sentido, la utilización de drones tiene gran aplicación en estos ámbitos, por lo que, debido a la escasez de desarrollo de docencia sobre patrimonio industrial en estas titulación, el desarrollo de actividades prácticas, tanto de digitalización de edificaciones como de estudios de eficiencia energética, podrían desarrollarse focalizadas en bienes inmuebles de tipología industrial, aunando así diferentes ámbitos de conocimiento y fomentando el interés del estudiante sobre el patrimonio industrial.

Otro aspecto valorado en las aplicaciones de los drones, para la generación de modelos digitales, ha sido la técnica de fotogrametría. Actualmente es habitual que, en las escuelas de ingeniería, queden máquinas antiguas, por lo que podría utilizarse la fotogrametría para la generación de modelos digitales de estas máquinas que, por el paso del tiempo, han quedado obsoletas, pero que tienen interés en el ámbito patrimonial de tipo industrial como bienes muebles.

Finalmente, una tecnología actual en el ámbito de la ingeniería industrial, y que se está desarrollando su conocimiento a nivel de grado y postgrado, es aquella que está relacionada con procesos de fabricación aditiva. En este caso, a partir de la digitalización de modelos, bien sean de bienes muebles o inmuebles de tipología industrial, se podrían obtener una reproducción de estas mediante procesos de fabricación aditiva, integrando así ambos ámbitos de conocimiento.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado un breve análisis sobre las aplicaciones que tienen los drones para el análisis de bienes patrimoniales, en especial, sobre aquellos bienes que tuvieron un uso de tipo industrial. De este análisis se desprende que la utilización de drones es una herramienta tecnológica de gran interés para el estudio del patrimonio industrial, ya que permite un mayor conocimiento sobre bienes patrimoniales que otras técnicas más tradicionales. Además, es importante tener en cuenta que la utilización de esta herramienta para el análisis del patrimonio industrial no está muy extendida en la actualidad, por lo que se considera es una oportunidad para la investigación de este campo.

Por otro lado, en el ámbito educativo de grado y postgrado, aunque el desarrollo de contenidos específicos sobre elementos de patrimonio industrial está muy poco extendido, existen múltiples oportunidades para que el alumnado tome conciencia sobre la necesidad de conservar y proteger el patrimonio industrial con el que contamos.

Por último, indicar que el presente trabajo se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU, 2015): 9 “Industria, innovación e infraestructura” y 4 “Educación de calidad”.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Universidad de Málaga-Andalucía Tech Campus de Excelencia internacional y a la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) por su contribución económica en este trabajo. Además, agradecer al grupo de trabajo sobre

Patrimonio Industrial de Fabricación (PATRIF), de la Sociedad de Ingeniería de Fabricación (SIF) por su colaboración en el presente trabajo.

REFERENCIAS

- Analysis S., Bilas S., Nas S., Buru S. M., Sestras P., Ros, S. (2020). *Vehicle Technology in Heritage Buildings : Tourism Potential Analysis*. Sensors, 20 (7), 2054.
- Claver J., Sebastian M. A. (2016). *Aproximación y Propuesta de Análisis Del Patrimonio Industrial Inmueble Español*. Editorial UNED.
- Carmona, J., Quirós, E., Mayoral, V., Charro, C. (2020). *Assessing the Potential of Multispectral and Thermal UAV Imagery from Archaeological Sites. A Case Study from the Iron Age Hillfort of Villasviejas Del Tamuja (Cáceres, Spain)*. J. of Archaeological Science: Reports, 31, 102312.
- Europeana. *Collections | Europeana*. Recuperado de <https://www.europeana.eu/es/collections>.
- Fernández-Lozano J., González-Díez A., Gutiérrez-Alonso G., Carrasco R. M., Pedraza J., García-Talegón J. Remondo J., Bonachea J., Morellón, M. (2018). *New perspectives for UAV-based modelling the Roman gold mining infrastructure in NW Spain*. Minerals, 8(11), 518.
- Ladron de Guevara, Carmen. (2018). *Evolución y Análisis Histórico-Gráfico de La Industria de La Caña de Azúcar En El Litoral Malagueño*. Universidad de Córdoba, España.
- Lidelöw S., Tomas A. L., Agatino R. (2019). *Energy-Efficiency Measures for Heritage Buildings: A Literature Review*. Sustainable Cities and Society, 45, 231–42.
- Martín-Béjar S., Claver J., Sebastián M.A., Sevilla L. (2020). *Graphic Applications of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in the Study of Industrial Heritage Assets*. Applied Sciences 10 (24), 8821.
- Meyer, D., Fraijo, E., Lo, E., Rissolo, D., & Kuester, F. (2016). *Optimizing UAV Systems for Rapid Survey and Reconstruction of Large Scale Cultural Heritage Sites*. Digital Heritage, 1, 151–54.
- PATRIF. Grupo de Trabajo de Patrimonio Industrial. *10 Imágenes Sobre*. España. Recuperado de <http://www.sif-mes.org/patrif/category/10-imagenes-sobre/>.
- Sebastián M.A., Claver J., Sevilla L., Domingo R. (2012). *Experiencias sobre la incorporación de contenido de patrimonio industrial en enseñanzas universitarias impartidas en Andalucía*. Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de La Obra Pública, Cádiz, 1–9.
- Somoza-medina, Xos. 2021. *The Sustainability of Industrial Heritage Tourism Far from the Axes of Economic Development in Europe : Two Case Studies*. Sustainability, 13 (3), 1077
- Sun Z., Zhang Y. (2018). *Using Drones and 3D Modeling to Survey Tibetan Architectural Heritage: A Case Study with the Multi-Door Stupa*. Sustainability, 10 (7), 2259.
- Yang X., Grussenmeyer, P., Koehl, M., Macher, H., Murtiyoso, A., Landes, T. (2020). *Review of Built Heritage Modelling: Integration of HBIM and Other Information Techniques*. Journal of Cultural Heritage, 46, 350–60.

FORMACIÓN SEMIPRESENCIAL Y ONLINE

Enseñanza y Evaluación de Programación de Ordenadores en Modalidades Presencial y no Presencial

José Galindo^a, Patricia Galindo^a, José María Rodríguez Corral^b, J. Civit Masot^c

jgg@lcc.uma.es ; josemaria.rodriguez@uca.es ; jcivit@atc.us.es

^aEscuela de Ingenierías Industriales (Universidad de Málaga, Avda. Cervantes, 2, 29071, Málaga, España)

^bEscuela Superior de Ingeniería (Universidad de Cádiz, Avenida de la Universidad de Cádiz, nº 10, 11519, Puerto Real, España)

^cEscuela Politécnica Superior (Universidad de Sevilla, Virgen de África, 7, 41011, Sevilla, España)

ABSTRACT

In the Engineering degrees, one or more courses related directly or indirectly to computer programming are included. At least, a compulsory course is usually included in the first year, whose main objective is that the students acquire the fundamentals, as for basic knowledge and skills, of computer programming. In this work, we aim to analyze the difficulties that students have to learn computer programming, as well as the different teaching-learning strategies in an online context. Next, we will analyze the difficulties of online assessment, carried out by telematic means. The article ends with a discussion in which some proposals for improvement are provided in relation to the teaching of the discipline that is the object of this work.

Keywords: self-learning, online teaching, teaching-learning strategies, C/C++ language, programming languages.

RESUMEN

En los grados de las titulaciones de ingeniería se incluyen una o varias asignaturas relacionadas de manera directa o indirecta con la programación de ordenadores. Como mínimo, suele incluirse una asignatura obligatoria en el primer curso, que tiene como objetivo principal que los estudiantes adquieran los fundamentos, en cuanto a conocimientos y habilidades básicas, de la programación de ordenadores. En este trabajo pretendemos analizar las dificultades de los estudiantes para aprender a programar, además de distintas estrategias de enseñanza-aprendizaje en un contexto en línea. A continuación, analizaremos las dificultades de la evaluación no presencial, realizada con medios telemáticos. El artículo finaliza con una discusión en la que se ofrecen algunas propuestas de mejora en relación a la impartición de la materia objeto de este trabajo.

Palabras clave: autoaprendizaje, docencia en línea, estrategias de enseñanza-aprendizaje, lenguaje C/C++, lenguajes de programación.

1. INTRODUCCIÓN

En los estudios de todas las titulaciones de ingeniería se incluyen varias asignaturas relacionadas directa o indirectamente con la programación de ordenadores. Dependiendo de la titulación y la universidad hay variaciones respecto a los lenguajes empleados y al nivel de exigencia. En general, al menos hay una asignatura obligatoria en el primer curso que tiene como objetivo principal que los estudiantes aprendan los fundamentos de la programación de ordenadores. Para ello se están empleando diversos lenguajes (Python, Scheme, Matlab, Java...), estando entre los más empleados los lenguajes C y C++.

El índice TIOBE (TIOBE Software, 2021) es un indicador de la popularidad de un lenguaje de programación. Se actualiza mensualmente pero con pocos cambios bruscos. En la Figura 1 puede verse la lista de los primeros lenguajes y vemos que en primer lugar está el lenguaje C, que sube una posición respecto al año anterior.

La programación en España en las enseñanzas preuniversitarias no está generalizada, aunque cada vez es más frecuente, lo cual hace que algunos estudiantes lleguen mejor preparados. En esas etapas educativas es más conveniente estudiar un lenguaje de programación visual como Scratch (Armoni et al., 2015) (Resnick, 2008) o App Inventor (Hsu et al., 2012), puesto que estos lenguajes son más atractivos debido al componente gráfico que incluyen y en general resultan más sencillos de aprender que los lenguajes textuales. También ayuda el hecho de que exista una extensa documentación en Internet.

Por otra parte, si bien es un hecho consolidado que la enseñanza en línea o no presencial está teniendo cada vez más una mayor relevancia (Area Moreira, 2018), se ha multiplicado de un modo importante bajo la influencia directa de la pandemia de COVID-19 (Sangrà et al., 2020) (Cifuentes-Faura, 2020) (García-Planas et al., 2021). Ambas modalidades de enseñanza, presencial y en línea, tienen sus ventajas e inconvenientes (Dung, 2020) (Dumford et al., 2018), puesto que a pesar de que la docencia en línea evita los desplazamientos y no obliga a profesores y estudiantes a reunirse en un mismo espacio físico, la enseñanza presencial hace posible la interacción directa entre alumno y profesor, y entre los propios estudiantes, puesto que no podemos olvidar que la persona es un ser social.

En este trabajo pretendemos analizar las dificultades que tienen los estudiantes para aprender la programación de ordenadores, además de distintas estrategias de enseñanza-aprendizaje en un contexto no presencial. También analizamos las dificultades de la evaluación en línea.

Jul 2021	Jul 2020	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		 C	11.62%	-4.83%
2	2		 Java	11.17%	-3.93%
3	3		 Python	10.95%	+1.86%
4	4		 C++	8.01%	+1.80%
5	5		 C#	4.83%	-0.42%
6	6		 Visual Basic	4.50%	-0.73%
7	7		 JavaScript	2.71%	+0.23%
8	9	↑	 PHP	2.58%	+0.68%
9	13	↑↑	 Assembly language	2.40%	+1.46%
10	11	↑	 SQL	1.53%	+0.13%

Figura 1. Índice TIOBE (TIOBE Software, 2021) con las primeras diez posiciones (Julio 2021)

El trabajo que se presenta en este artículo es continuación de uno anterior (Galindo et al., 2020) en el que se utilizan presentaciones multimedia y vídeos (Smith et al., 2018) para explicar separadamente conceptos y ejercicios sobre la programación en lenguaje C. También se hicieron encuestas a los estudiantes, que en general valoraron la disponibilidad de estos recursos de forma muy positiva.

2. DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DEL ESTUDIANTE EN SU CONTEXTO

De forma muy resumida, podemos enumerar las principales dificultades a las que se enfrenta un estudiante universitario al cursar una asignatura de introducción a la programación de ordenadores. Algunas de estas dificultades han sido indicadas y estudiadas en (Gomes et al., 2007).

1. Enseñanza no personalizada.
2. No todas las estrategias funcionan en todos los estudiantes.
3. Falta de prácticas.
4. Innumerables detalles del lenguaje.
5. Dificultad para resolver problemas.
6. Falta de motivación.
7. Falta de material específico.
8. Alto nivel de exigencia.

3. DIFICULTADES DE LA DOCENCIA NO PRESENCIAL

La programación de ordenadores es quizás una de las disciplinas más apropiadas para la enseñanza en línea, suponiendo que el estudiante tenga acceso libre a un ordenador con el traductor del lenguaje de programación instalado y con conexión a Internet. No obstante, la docencia telemática se enfrenta aquí con los mismos problemas que tiene en otras materias. El principal problema es, tal vez, la facilidad con la que el estudiante se despista en clase. En una clase presencial también es fácil perder el hilo de las explicaciones, pero el contexto hace que sea más difícil. Según comentarios de los propios estudiantes, recibir clases en casa puede ser cómodo pero es más aburrido. Para que la docencia en línea sea efectiva se hace necesario un alto nivel de responsabilidad por parte del alumnado.

Tanto en la clase en línea como en la presencial, el profesor tiene distintos mecanismos para evitar despistes entre el alumnado. En la clase en línea estas estrategias son, si cabe, aún más importantes.

También hay que añadir dificultades técnicas: interrupciones de la transmisión por Internet para algún alumno o para el profesor, incidencias con el sonido o el vídeo, etc. Por otra parte, además de las ventajas propias de las clases en línea (no requieren desplazamientos ni reserva de aulas), también existen ventajas de carácter didáctico. Entre ellas destacamos la posibilidad de grabar toda la clase o parte de ella, de forma que los estudiantes puedan acceder a la grabación cuando lo deseen. Naturalmente, esto depende de la herramienta que se emplee y de si el profesor desea usar o no esa opción.

Una buena forma de reducir todos los problemas indicados es disponer de vídeos cortos con las explicaciones más importantes, de forma que el estudiante pueda verlos por su cuenta.

Así, las clases en línea con el profesor, pueden dedicarse principalmente a resolver dudas y hacer ejercicios. Ese fue uno de los objetivos principales de nuestro trabajo anterior (Galindo et al., 2020). En la Figura 2 puede verse la imagen de un vídeo en el que se explica la estructura de control for y se compara con la ejecución de la estructura while, que aparece en la parte inferior, la cual se ha estudiado con anterioridad. Es fácil imaginar que visualizar el vídeo con las explicaciones verbales y las animaciones (flechas, números...) facilita la comprensión del estudiante y retiene su atención.

Finalmente, con respecto a las grabaciones de las clases, estas permiten garantizar que el estudiante pueda ver la clase en su totalidad, a pesar de que pueda perderse parte de las mismas debido a una incidencia en su infraestructura de comunicaciones. Además, la posibilidad de poder visualizar de nuevo una clase tantas veces como desee le permite repasarla en su totalidad o tan sólo revisar aquellos aspectos concretos de la misma que no le hubieran quedado claros. De hecho, las grabaciones de las clases de prácticas, en las cuales los estudiantes realizan ejercicios de programación y tanto ellos como el profesor presentan las soluciones a los mismos, pueden utilizarse a modo de tutoriales.

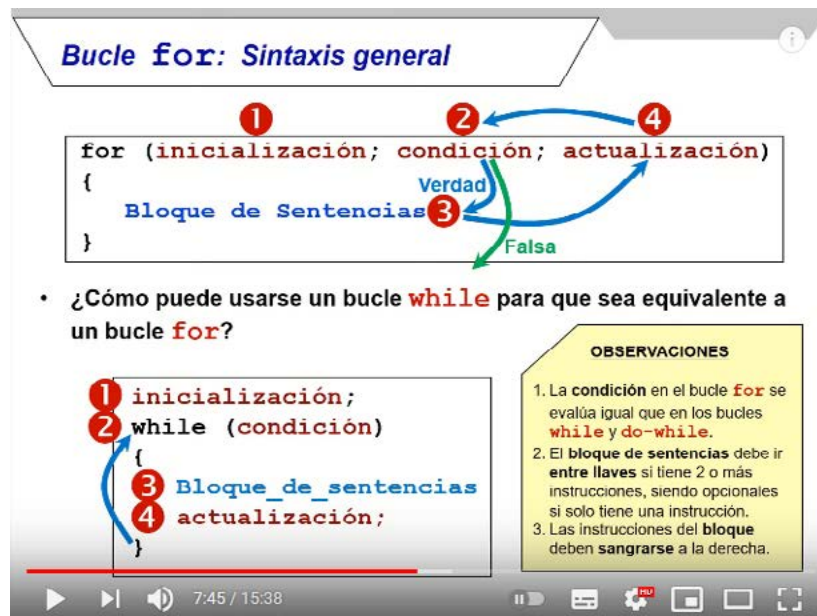


Figura 2. Ejemplo del vídeo sobre la estructura iterativa for

4. EVALUACIÓN DEL ALUMNO

A veces, se presta mucha atención a la docencia y poca a la evaluación, a pesar de que esta última es una parte inherente a la enseñanza universitaria, y es lo que culmina la tarea completa.

4.1. Dificultades generales

Una de las dificultades más complejas es elaborar ejercicios de evaluación acordes al temario impartido y al tiempo disponible para asimilarlo..

Con respecto al tipo de prueba de evaluación en programación, suelen emplearse las siguientes:

- I. **Examen escrito:** Se trata de resolver un ejercicio en un lenguaje de programación, pero sin disponer de ordenador. El objetivo es ver la habilidad del estudiante para resolver algoritmos y su dominio del lenguaje de programación.

2. **Examen práctico:** Resolver un problema con el ordenador, compilando el programa y ejecutándolo es la forma más lógica de evaluar los conocimientos y destrezas propios de la programación.
3. **Test:** Es una prueba adecuada para evaluar conocimientos sobre aspectos técnicos o específicos de la programación o del lenguaje empleado, pero no debe tener mucho peso final puesto que no sirve para evaluar la capacidad real del estudiante para resolver problemas.
4. **Ejercicio a entregar:** Consiste en un ejercicio que el alumno tiene que resolver por su cuenta y entregar, pudiendo recibir ayuda incluso del profesor. En todo momento, el alumno puede preguntar dudas y plantear sus dificultades.
5. **Evaluación continua:** Consiste en la realización de un conjunto de pruebas de evaluación distribuidas a lo largo del curso, ya se trate de tests, preguntas de desarrollo corto o ejercicios. Si el profesor hace un seguimiento continuado del trabajo de cada alumno, la posibilidad de fraude es mínima en el caso de que la enseñanza sea presencial.
6. **Evaluación mixta:** Se trata de una variante del tipo de evaluación anterior, en la que durante el período de clases tiene lugar un número de pruebas que proporcionan una calificación máxima significativa, y tras la finalización de las clases los estudiantes deben presentarse a una prueba final de menor peso. Este es el tipo de evaluación más usual tras la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior.

4.2. Dificultades de la evaluación no presencial

Las pruebas de evaluación en línea se han realizado masivamente ante la pandemia de COVID-19 (García-Peñalvo et al., 2020) por motivos obvios de minimización de contagios. Sin embargo, es preciso señalar que los exámenes presenciales son muy seguros si se siguen unas normas mínimas: desinfección de manos al entrar y salir, mantener distancias de seguridad, etc. Es evidente que también los estudiantes deben seguir ciertas normas antes y después de acceder al aula del examen.

Con respecto a la evaluación no presencial, en línea o telemática, se debe destacar la facilidad para cometer fraude si se realiza un examen tradicional consistente en cuestiones y ejercicios, cuyas respuestas y soluciones el estudiante tiene que enviar utilizando la plataforma de enseñanza virtual propia de la universidad donde estudia. Es fácil que los estudiantes compartan sus soluciones usando distintos medios como correo electrónico o mensajería instantánea. También puede suceder que algunos estudiantes envíen el enunciado del examen a un colaborador externo (por ejemplo, un alumno repetidor, de otra titulación, o incluso personas que se ofrecen a presentarse al examen por una compensación económica). Evitar tales fraudes es complicado: Cada estudiante tendría que tener varias cámaras en distintas posiciones para que se grabaran todos sus movimientos junto con lo que está haciendo en su ordenador durante la realización del examen. Actualmente eso es inviable. Algunas formas de abordar esta situación son:

- a) Exigir un compromiso firmado de honestidad.
- b) Distribuir la calificación global entre distintos exámenes parciales, de forma que sea más complicado cometer fraude en todos ellos.
- c) Diversificar el tipo de pruebas: Por ejemplo, preparar un test con preguntas y respuestas dispuestas ambas en orden aleatorio, lo cual aunque no imposibilita el fraude, dificulta que se pueda llevar a cabo.

- d) Citar al estudiante para defender su trabajo tras el examen. Este es uno de los mejores procedimientos para comprobar si efectivamente ha existido un intento de realizar un fraude, pero tiene el inconveniente de que multiplica el trabajo del profesor.
- e) Poner por parte de las universidades los medios técnicos y legales oportunos para asistir al profesorado a la hora de detectar el fraude y penalizarlo convenientemente.

Por otra parte, para dificultar el fraude algunos profesores emplean métodos que impiden una correcta evaluación, tales como dejar muy poco tiempo para los ejercicios y cuestionarios, o elevar el nivel de dificultad de las pruebas de evaluación. A nuestro entender, dichos métodos son bastante discutibles, puesto que aumentan las probabilidades de que aquellos estudiantes que tengan un dominio real de la materia no lleguen a superar la asignatura o no obtengan una calificación acorde a su nivel real de conocimientos.

A nuestro juicio no tiene mucha importancia que se realicen evaluaciones a distancia de forma puntual, pero si la realización de este tipo de evaluaciones se prolonga demasiado en el tiempo, creemos que las titulaciones pueden quedar devaluadas porque los estudiantes no tengan ni los conocimientos ni las habilidades que se esperan de su titulación.

5. DISCUSIÓN

A partir de nuestra experiencia como docentes, constatamos que el aprendizaje de fundamentos de la programación de ordenadores y el desarrollo de cierta destreza en un lenguaje de programación en tan solo cuatro meses es una tarea muy ardua para un estudiante que no ha tenido contacto con esta disciplina en anteriores niveles educativos.

Esta situación ocasiona una dificultad para superar la materia en la cual el uso de nuevas metodologías docentes, el buen hacer de los profesores y la dedicación de los alumnos son recursos necesarios pero no suficientes.

Una posible solución es ampliar el tiempo de impartición del temario, denso a nuestro juicio. Por ejemplo, si la asignatura fuera anual - sin ampliar el temario ni el número de horas - el estudiante tendría más tiempo para asimilar los conceptos. También se podría subdividir la asignatura en dos. De este modo, se podrían impartir los conceptos más básicos en un primer curso, por ejemplo hasta la programación modular, y en otra asignatura de un curso superior se impartirían los restantes elementos de programación, como arrays, datos estructurados y ficheros.

Por otra parte, pensamos que la programación de ordenadores debería incluirse como eje transversal en las enseñanzas preuniversitarias, puesto que consideramos que aprender a programar en el contexto actual (Resnick, 2008), en el que las tecnologías de la información y las comunicaciones están omnipresentes, es tan importante como los demás aprendizajes. Además, la adquisición de competencias en programación, aunque fuera a un nivel inicial, facilitaría a los estudiantes posteriores aprendizajes, especialmente los correspondientes a los grados de enseñanzas técnicas.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos analizado las dificultades de alumnos y profesores en asignaturas de programación en las universidades, tanto impartidas de forma presencial como no presencial (en línea). También hemos dedicado un apartado especial para la evaluación de los estudiantes. Aunque las dificultades que se han indicado no tienen soluciones claras y directas, hemos pro-

porcionado un buen conjunto de ideas y procedimientos para intentar resolverlas o minimizar sus efectos.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Universidad de Málaga por haber financiado el desarrollo de este trabajo, el cual se ha desarrollado en el marco del proyecto de innovación educativa PIE19-054 titulado “Autoaprendizaje de programación de ordenadores”.

REFERENCIAS

- Armoni, M., Meerbaum-Salant, O., Ben-Ari, M. (2015). From Scratch to “Real” Programming. *ACM Transactions on Computing Education*, 14 (4) art. 25, doi: 10.1145/2677087
- Area Moreira, M. (2018). De la enseñanza presencial a la docencia digital. Autobiografía de una historia de vida docente. *RED. Revista de Educación a Distancia* 56 art. 1, 1-21, doi: <http://dx.doi.org/10.6018/red/56/1>
- Cifuentes-Faura, J. (2020). Docencia online y Covid-19: la necesidad de reinventarse. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 13 no. esp., 115-127.
- Dumford, A.D., Miller, A.L. (2018), Online learning in higher education: exploring advantages and disadvantages for engagement. *Journal of Computing in Higher Education*, 30, 452-465, doi: 10.1007/s12528-018-9179-z
- Dung, D.T.H. (2020). The Advantages and Disadvantages of Virtual Learning. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 10 (3), 45-48.
- Galindo, J., Galindo, P., Rodríguez Corral, J.M. (2020). *Multimedia System for Self-learning C/ C++ Programming Language*. In: Serrhini, M., Silva, C., Aljahdali, S. (eds.) Innovation in Information Systems and Technologies to Support Learning Research. EMENA-ISTL 2019. Learning and Analytics in Intelligent Systems, 7. Springer, Cham, pp. 55-64, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-36778-7_7
- García-Peñalvo, F.J., Corell, A., Abella-García, V., Grande, M. (2020). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21 art. 12, 1-26, doi: 10.14201/eks.23086
- García-Planas, M.I., Taberna, J. (2021). The transition from the classroom to non-classroom teaching at the UPC during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 15, 177-187, doi: 10.46661/ijeri.5015
- Gomes, A., Mendes, A.J. (2007). *Learning to program-Difficulties and solutions*. International Conference on Engineering Education (ICEE), Coimbra, Portugal, 5 Pp.
- Hsu, Y.C., Rice, K., Dawley, L. (2012). Empowering Educators with Google’s Android App Inventor: An Online Workshop in Mobile App Design. *British Journal of Educational Technology*, 43 (1), E1-E5, doi: 10.1111/j.1467-8535.2011.01241.x
- Resnick, M. (2008). Sowing the seeds for a more creative society. *Learning & Leading with Technology*, 35 (4), 18-22.
- Sangrà, A., Badia, A., Cabrera, N., Espasa, A. et al. (2020). *Decálogo para la mejora de la docencia online. Propuestas para educar en contextos presenciales discontinuos*. UOC Ed. Barcelona.
- Smith, S.M., Woody, P.C. (2000). Interactive Effect of Multimedia Instruction and Learning Styles. *Teaching of Psychology*, 27 (3), 220-223.

TIOBE Software (2021). TIOBE Index. Fecha de acceso: 20 de julio de 2021. Disponible en:
<https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

Adaptación de las prácticas de la asignatura Planificación Agronómica de Cultivos a las condiciones de docencia Covid-19 durante el segundo cuatrimestre del curso 2019-2020

Mónica Sánchez Ormeño^a, José Angel Amorós^a, Sandra Bravo^a y Caridad Pérez-de-los- Reyes^a.

monica.sanchez@uclm.es

^aEscuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (E.T.S.I.A.) de Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha. Edificio san Isidro labrador. 13071 Ciudad Real, España.

ABSTRACT

Due to the pandemic situation caused by Covid-19 that led to home confinement for several weeks, the practice activities that were carried out in the subject of woody crops had to be adapted so that students could carry out the corresponding credits to the practical part of the subject.

The practices consisted of (for each student) being assigned a fruit tree from the collection of fruit trees in the E.T.S.I.A. from Ciudad Real so that they made a notebook of practices collecting the morphological description of the species, the Thermal Integral necessary for the succession of the different phenological states, the recognition and monitoring of ripening fruits, the recognition and control of pests and diseases, the pruning, fertilization and irrigation of the studied plants.

Previous years, a weekly monitoring was carried out in situ but in this case, since the students could not travel to school, the teacher sent them weekly photos of the fruit trees by e-mail.

Finally, each student had to do an online presentation to explain the work done. The practices were developed normally and 94% of those enrolled passed the practical part of the subject.

Keywords: Practice activities, woody crops, Covid-19.

RESUMEN

Debido a la situación de pandemia provocada por la Covid-19 que conllevó a un confinamiento domiciliario durante varias semanas, tuvieron que adaptarse las prácticas presenciales que se realizaban en la asignatura de cultivos leñosos para que los alumnos/as pudiesen llevar a cabo los créditos correspondientes a la parte práctica de la asignatura.

Las prácticas consistían en que a cada estudiante se le asignaba un árbol frutal de la colección de frutales que hay en las instalaciones de E.T.S.I.A. de Ciudad Real para que realizaran un cuaderno de prácticas recogiendo la descripción morfológica de la especie, la Integral Térmica necesaria para la sucesión de los distintos estados fenológicos, el reconocimiento y seguimiento de frutos en maduración, el reconocimiento y control de las plagas y enfermedades, la poda, fertilización y riego de las plantas estudiadas.

Años anteriores se realizaba un seguimiento semanal in situ pero en este caso, al no poder desplazarse los alumnos/as a la escuela, el profesor les enviaba semanalmente por e-mail fotos de los frutales.

Finalmente, cada estudiante tuvo que realizar una exposición online para explicar el trabajo realizado. Las prácticas se desarrollaron con normalidad y el 94% de los matriculados superaron la parte práctica de la asignatura.

Palabras clave: Actividades prácticas, cultivos leñosos, Covid-19

1. INTRODUCCIÓN

En la asignatura Planificación Agronómica de Cultivos (Fruticultura) que se imparte en el tercer curso de la titulación de Grado en Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria se realizan desde el año 2018 prácticas en la colección de frutales que hay en las instalaciones de la E.T.S.I. Agrónomos. Debido a la situación sanitaria provocada por la COVID-19, el año 2020 tuvieron que adaptarse dichas prácticas para que los alumnos/as pudieran realizarlas de forma no presencial.

1.1. Origen de la plantación de la colección de los árboles frutales

La plantación de la colección de frutales se estableció a partir de un proyecto de innovación docente "Greening" llevado a cabo en el año 2019 (Amorós et al., 2019).

La plantación se realizó en diciembre de 2017 y desde febrero a mayo de cada año los alumnos realizan el seguimiento de las distintas especies como actividad formativa (información general sobre la especie, registro de datos climáticos del año y seguimiento fotográfico de los estados fenológicos). Dicha actividad se realiza año tras año incluyendo prácticas de poda (cada alumno realiza la poda de la especie que va a hacer el seguimiento).

1.2. Importancia de conocer las especies frutales más relevantes

En el plan de estudios del Grado de Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria, los alumnos tienen que cursar varias asignaturas relacionadas con los cultivos leñosos y qué mejor forma de complementar la parte teórica que con la realización del seguimiento « in situ » de los estados fenológicos de diferentes especies como son manzano, peral, uva de mesa, olivar, cítricos, almendro, pistacho... Además, de poder conocer en detalle los aspectos agronómicos más importantes de cada frutal.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Las Prácticas de fruticultura se realizan de forma habitual en el campo siguiendo el desarrollo del árbol según se define en la bibliografía especializada (Agustí, 2010; Gil Albert, 2010). Existen manuales específicos para algunas asignaturas y cultivos como "Prácticas integradas de viticultura" (Martínez Valero et al. 2021). No se han encontrado antecedentes referentes a la realización de estas prácticas de forma no presencial.

3. METODOLOGÍA

Los años anteriores a la situación de pandemia que se vivió durante el curso 2019/2020, las prácticas se realizaban de forma presencial: a cada alumno se le asignaba una especie frutal y realizaba el seguimiento del desarrollo de los estados fenológicos in situ y finalmente, realizaba una exposición presencial en clase con todos los datos recogidos durante los meses que se realizaban las observaciones.

El desarrollo de la asignatura de Planificación Agronómica de Cultivos, que se impartió de febrero a mayo de 2020, tuvo que adaptarse a las circunstancias de la Covid-19 y las clases tuvieron que realizarse de forma virtual. En cuanto a las prácticas, que se venían realizando sobre la colección de frutales, también tuvieron que sufrir una adaptación para que los alumnos/as pudieran llevarlas a cabo y fuesen lo más similares posibles a una situación de normalidad.

En primer lugar, se asignó a cada alumno/a una especie frutal sobre la que tenían que realizar un cuaderno de prácticas recogiendo la descripción morfológica de la especie y la Integral Térmica necesaria para la sucesión de los distintos estados fenológicos (obteniendo datos de la Estación Meteorológica), reconocimiento y seguimiento de frutos en maduración, reconocimiento y control de las plagas y enfermedades que pudieran surgir, poda, fertilización y riego de las plantas estudiadas.

Las especies leñosas asignadas fueron :

- 1.- Almendro (*Prunus dulcis*, Mill., var. Ferraduel).
- 2.- Membrillero (*Cydonia oblonga*, Mill., var. Portugués).
- 3.- Manzano (*Malus domestica*, Borkh, var. Fuji).
- 4.- Peral (*Pyrus communis*, L. var. Conferencia).
- 5.- Higuera (*Ficus carica*, L., var. Blanca).
- 6.- Melocotonero (*Prunus persica*, L., var. Baby Gold).
- 7.- Granado (*Punica granatum*, L., var. Tendral).
- 8.- Cerezo (*Prunus cerasus*, L., var. Burlat).
- 9.- Olivo (*Olea europea*, L., var. Picual).
- 10.- Albaricoquero (*Prunus armeniaca*, L., var. Tadeo).
- 11.- Ciruelo (*Prunus domestica*, L., var. Claudia).
- 12.- Pistacho (*Pistacia vera*, L., var. Peter).
- 13.- Pistacho (*Pistacia vera*, L., var. Kerman).
- 14.- Vid (*Vitis vinifera*, L., var. Autumn Black).
- 15.- Limonero (*Citrus limon*, L., var. Eureka).
- 16.- Naranja (*Citrus sinensis*, Osbeck, var. Navel).

Como nos encontrábamos en una situación de confinamiento domiciliario, los alumnos/as no podían desplazarse a la escuela para poder hacer el seguimiento del desarrollo del árbol frutal por lo que el profesor titular semanalmente realizaba fotos de los diferentes árboles y se las enviaba por correo electrónico a cada alumno/a.

En la observación de las especies frutales, los alumnos/as tenían que centrarse en los siguientes aspectos:

- Especie:

Antecedentes: Origen, importancia de cultivo, morfología (órganos vegetativos observables antes de la floración, yemas, brotes, flores y frutos), fisiología y ecología.

- Fenología:

Semanalmente tenían que señalar los estados fenológicos consecutivos a partir de Febrero.

Con los datos meteorológicos, debían calcular las integrales térmicas y posibles incidencias climáticas.

Tabla 1. Cuadro fenológico semanal.

SEMANA	Estado	Temperatura	Precipitaciones	Observaciones
Semana 1				
Semana 2				
Semana 3				
Semana X...				

Fuente: Amorós, J.A. (2019)

Finalmente, los alumnos/as tenían que realizar una presentación Power Point recogiendo todos los datos solicitados y hacer una exposición online a través de la plataforma Teams con el resto de los compañeros/as de clase.

4. RESULTADOS

En primer lugar, se realizaron las prácticas de poda de forma presencial el día 5 de febrero (Figura 1) de 2020 (el estado de alarma se inició el día 14 de febrero).



Figura 1. Detalle de las prácticas de poda

Los alumnos/as pudieron aprender la técnica de cómo realizar la poda de cada frutal ya que difiere para cada especie y variedad. Cada alumno/a podó el árbol de la especie que se le había asignado.

A continuación, se fueron tomando fotos semanalmente y, desde que comenzó el estado de alarma, fueron recibiendo las fotos por e-mail (Figura 2).



Figura 2. Imagen de melocotonero a 8 de mayo de 2020

Una vez que tenían todos los resultados recogidos, procedieron a elaborar una presentación Power Point. Se va a presentar un ejemplo de las 16 presentaciones realizadas (una por cada cultivo de la colección). Se ha seleccionado el melocotonero (Figuras 3 a 8).



Figura 3. Portada de la presentación del cultivo melocotonero

Primero se presentó la información relativa a la especie, origen del cultivo (Figura 4) y los principales datos estadísticos del cultivo (Figura 5):



Figura 4. Origen del cultivo



Figura 5. Importancia del cultivo

Por último, en cuanto a lo relativo a especie: morfología, fisiología y ecología (Figura 6):



Figura 6. Detalle de la parte de la presentación relacionada con los aspectos morfológicos

En cuanto a los resultados de las integrales térmicas, se presentaron los valores por cada estado fenológico detallando las fechas de cada uno de ellos (Figura 7) así como los resultados de las precipitaciones (Figura 8):

Cálculo de Integrales térmicas (Métodos Directo y Residual con $T_0 = 10^{\circ}\text{C}$)
Datos Resumen en $^{\circ}\text{C}$

Estado Fenológico	IT directa AC	IT Res Ac.
A (1-16 Feb)	97,9	0
B (17-21 Feb)	34,4	0
C (22-25 Feb)	32,5	0
D (26Feb - 2Mar)	56,4	1,5
E (3-12 Mar)	102,3	11,4
F (13-27 Mar)	143,6	10,8
G (28Mar-10Abr)	150,9	22,1
H (11Abr-17Abr)	90,0	20,0
TOTAL	708,0	65,8

Figura 7.
Resultados del cálculo de la integral térmica

Cálculo de precipitación acumulada y Precipitación efectiva acumulada
Datos Resumen en mm/m^2

Resumen meses	Precip.	P.Efectiva
Febrero	7,0	0,0
Marzo	78,0	41,2
Abril (hasta 17)	44,5	21,2
TOTAL	129,4	62,4

Anomalías climáticas
No se han observado grandes anomalías climáticas dado el corto periodo de observación. Se puede considerar un mes de febrero especialmente cálido y seco en comparación con los últimos años.

Figura 8.
Resultados de precipitaciones

Para finalizar la exposición, se mostraron a través de una galería de fotos los distintos estados fenológicos por los que fue pasando el cultivo en su desarrollo (Figura 9):



Figura 9. Detalle del melocotonero en el estado F y G

Se presentaron 17 trabajos de prácticas en sesión presencial de Teams (94% de los alumnos matriculados). El curso anterior el 90% de los alumnos presentaron dicho trabajo.

5. CONCLUSIONES

Con la adaptación de las prácticas y su desarrollo posterior, éstas pudieron realizarse de forma equivalente a si hubiesen sido presenciales. Los alumnos/as no tuvieron ningún problema en realizar el seguimiento de la evolución de los cultivos según los estados fenológicos ya que recibían semanalmente toda la información necesaria para compilar todos los datos y proceder a elaborar un presentación final con los mismos resultados que años anteriores a pesar no poder realizarlas de forma presencial.

Finalmente, se puede concluir que los alumnos/as realizaron con éxito las prácticas y que los objetivos docentes iniciales que se habían planteado se cumplieron ya que todos los alumnos/as superaron los requisitos solicitados y lo demostraron en sus exposiciones individuales ya que el 94 % de alumnos aprobaron.

REFERENCIAS

- Agustí Fonfría M. (2010). *Fruticultura*. Mundiprensa. Madrid. 508 pp.
- Amorós J.A., Moreno M.M., Alcobendas P.J., Bravo S., Campos J.A.; López Perales J.A., LópezBellido F.J., Pérez C., Redondo A.; Morales P., Atance C. (2019). *Greening de la ETSLA de Ciudad Real*. III Jornadas de Innovación Docente de la UCLM. Vicerrectorado de docencia. Escuela Técnica superior de Ingenieros Agrónomos de Ciudad Real. UCLM. 229-230 pp.
- Gil-Albert, F. (2010). *Técnicas de plantación de especies frutales*. Mundi-Prensa. Madrid. 241 pp.

Virtualización global de la asignatura Ingeniería Gráfica

J. P. Carrasco-Amador^a, A. C. Marcos-Romero^a,
M. Matamoros-Pacheco^a, J.L. Canito-Lobo^a

jpcarrasco@unex.es ; acmarcos@unex.es ; manuelmp@unex.es ; jlcanito@unex.es

^aDepartamento de Expresión Gráfica. Escuela de Ingenierías Industriales.
Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas, s/n. 06006. Badajoz. España

ABSTRACT

The main objective of this work has been the global virtualization of the subject of Graphic Engineering, a compulsory subject in the second year of the Degree in Mechanical Engineering and optional for the fourth year of the Degree in Electronic and Automatic Engineering. Taught from the Department of Graphic Expression of the School of Industrial Engineering, University of Extremadura.

For this, tools such as OBS Studio, Zoom, Socrative or Moodle have been used, used to prepare video tutorials with explanation of content, resolution of exercises, practical cases, questionnaires, rubrics and evaluation tests, etc.

The application of the teaching methodologies described, as well as the virtualization of the contents, have contributed to improve and facilitate learning by students, and have received a very good evaluation and acceptance by students.

Keywords: Virtualization, Moodle, Online questionnaires, interactive video tutorials

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo ha sido la virtualización global de la asignatura de Ingeniería Gráfica, que es obligatoria en segundo curso del Grado de Ingeniería Mecánica y optativa en cuarto curso del Grado en Ingeniería Electrónica y Automática. Impartida por profesorado del Departamento de Expresión Gráfica de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura.

Para ello se han utilizado herramientas como OBS Studio, Zoom, Socrative o Moodle, empleadas para la elaboración de vídeos tutoriales con explicación de contenidos, resolución de ejercicios, casos prácticos, cuestionarios, rúbricas y pruebas de evaluación, etc.

La aplicación de las metodologías docentes descritas, así como la virtualización de los contenidos, han contribuido a mejorar y facilitar el aprendizaje por parte de los estudiantes, y han recibido una muy buena valoración y aceptación por parte de los alumnos.

Palabras clave: Virtualización, Moodle, Cuestionarios on-line, video tutoriales interactivos

1. INTRODUCCIÓN

La inclusión de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en el ámbito académico y docente, ha supuesto una revolución a la que no podemos permanecer ajenos como docentes (Gómez, 2011 y Prieto, 2015). El nuevo paradigma educativo requiere el desarrollo de enseñanzas innovadoras que permitan una adaptación rápida y eficaz a situaciones sociales, laborales y económicas, de tal forma que se eliminen diversas barreras existentes (Villalustre Martínez, 2010).

Los profesores del área de Expresión Gráfica en la Ingeniería del Departamento de Expresión Gráfica en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura (UEX), llevamos varios cursos académicos aplicando en el aula técnicas de aprendizaje activas, basadas en TIC como apoyo a los cursos de naturaleza presencial, con el fin de potenciar el desarrollo de competencias y destrezas específicas y transversales en sus alumnos.

El presente trabajo tiene como principal objetivo la virtualización global de la asignatura Ingeniería Gráfica (IG). Esta asignatura se imparte por el Departamento de Expresión Gráfica de la Escuela de Ingenierías Industriales, para estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica y como optativa para los del Grado en Ingeniería Electrónica y Automática, ambos de la rama industrial de la ingeniería.

Entendemos que la virtualización de contenidos ha cobrado más importancia aún, durante el pasado curso, con la situación de confinamiento sufrida debido a la pandemia provocada por la Covid-19. Durante este tiempo, estas metodologías y este apoyo a la docencia, que no se pudo impartir de forma presencial, ha pasado a ser esencial.

De igual forma, consideramos que al igual en este curso lectivo y los sucesivos, continuará siendo igualmente importante, ya que todas las herramientas utilizadas y los contenidos desarrollados, permiten un mejor seguimiento de la asignatura por parte de todos los alumnos en general, liberando parte del tiempo en el aula para el desarrollo de otras actividades complementarias. Y en particular, se presentan como especialmente interesantes para aquellos estudiantes que, por cuestiones personales o por confinamientos temporales, no puedan seguir la presencialidad habitual de la docencia.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

De forma similar, desde el Departamento de Expresión Gráfica de la Escuela de Ingenierías Industriales de la UEX, se vienen desarrollando trabajos encaminados a la virtualización de distintas asignaturas del departamento, entre las que se encuentran: Instalaciones Industriales y Comerciales II (IlyC2) y Aplicaciones Informáticas para la Ingeniería (AII). Ambas impartidas en todos los grados en Ingeniería de la rama industrial. Es decir, se imparten en el Grado en Ingeniería Eléctrica, en el Grado en Ingeniería Mecánica, en el Grado en Ingeniería Electrónica y Automática y en el nuevo Grado en Tecnologías Industriales.

3. METODOLOGÍA

La metodología seguida en este trabajo, parte de la adaptación de la técnica de virtualización global, a las necesidades concretas de la asignatura anteriormente mencionada.

Para la virtualización del material docente (Muñoz et al., 2010, Riascos-Erazo et al., 2009 y Carrasco-Amador et al., 2019) se recurrió a la realización de:

- ✓ Videotutoriales interactivos. Se planteó la elaboración de vídeos en los que se explicaron e impartieron los contenidos recogidos para la asignatura Ingeniería Gráfica en su Plan

Docente, incluyendo casos prácticos, a través de la herramienta Moodle H₃P. También se desarrollaron vídeos para las partes más prácticas de la asignatura, con resolución detallada de ejercicios, planos de ingeniería, y/o casos prácticos.

- ✓ Documentación adicional. Consistió en la elaboración de diversa documentación con distintos formatos, en función de la necesidad. En este apartado podemos encontrar: presentaciones interactivas, resúmenes, esquemas, bases de datos bibliográficas, recursos wiki interactivos, etc. Siempre como refuerzo a los contenidos ya presentados en los videotutoriales interactivos.
- ✓ Cuestionarios de evaluación sobre contenidos asociados a cada bloque lectivo. Conteniendo preguntas clave que permitieran al profesor conocer el nivel de aprendizaje de la clase, para así poder elaborar contenido de refuerzo para aquellos alumnos que lo precisaran.
- ✓ Pruebas de evaluación. Se realizaron entregas de tareas a lo largo del curso y un examen al final de este.
- ✓ Rúbricas de evaluación y cuestionarios de satisfacción, para observar y analizar el impacto que generó esta metodología en el aprendizaje de los alumnos.

Las herramientas que se emplearon para dar soporte al material diseñado fueron: “OBS Studio”, para la realización de videotutoriales, “Zoom”, para llevar a cabo las videotutorías, “Moodle”, para la elaboración de cuestionarios, rúbricas de evaluación y procesos de evaluación, tanto de tareas individuales, como grupales y el propio Campus Virtual de la UEx para la asociación de videotutoriales y otro material docente, asignación automática de tareas, foros, evaluación, etc., donde el alumno tuvo acceso a cuestionarios, rúbricas y retroalimentación tras su evaluación.

En la Fig. 1 se muestra el mapa conceptual que desarrolla la metodología seguida en el proyecto.

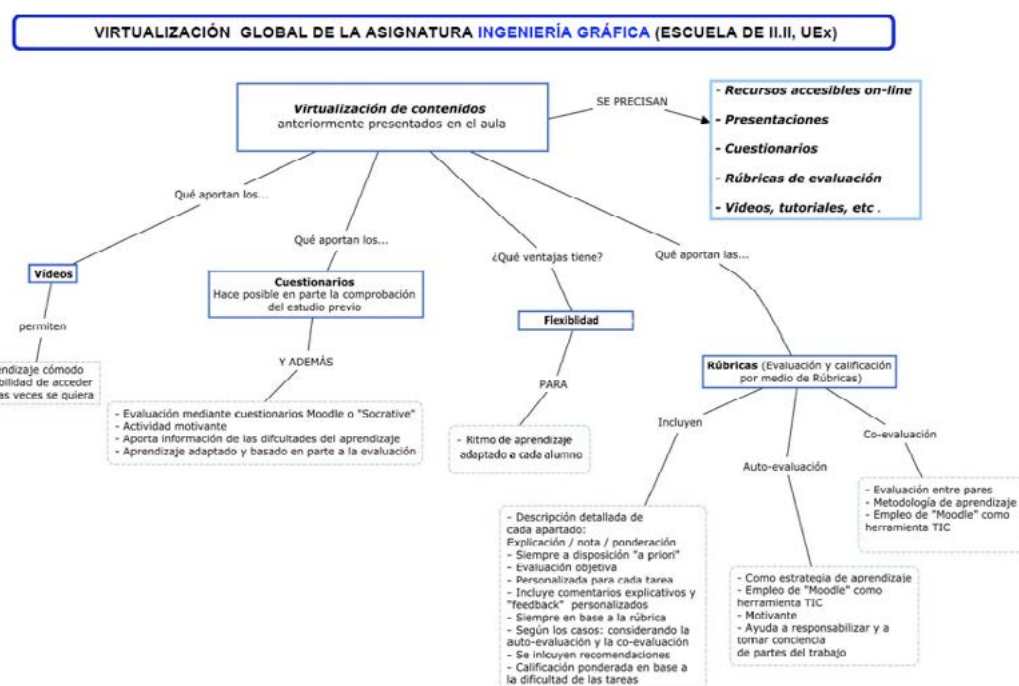


Figura 1. Mapa conceptual de la metodología de virtualización de la asignatura Ingeniería Gráfica

La asignatura de Ingeniería Gráfica (IG) es eminentemente práctica, siendo por tanto idónea para aplicar este conjunto de herramientas debido a su alto grado de dinamismo. La aplicación de las metodologías docentes descritas, así como la virtualización de los contenidos, pretendían mejorar el aprendizaje por parte de los estudiantes, además de hacerlo más dinámico y entretenido, lo que se traduce en mayor facilidad de adquisición de conocimientos.

Con las metodologías docentes descritas, encaminadas a virtualizar la asignatura de Ingeniería Gráfica, se han alcanzado los objetivos generales siguientes:

- ✓ Promover el aprendizaje activo del alumnado, fomentando la autogestión y la autorregulación. Gracias a la virtualización global de esta asignatura, los alumnos han tenido disponible todo el material en el Campus Virtual de la UEx, de forma que podían gestionarse de forma autónoma el tiempo de estudio y trabajo con gran flexibilidad. Esta capacidad se reflejaba en la realización de las distintas actividades evaluables en los plazos establecidos.
- ✓ Favorecer el desarrollo de competencias e-learning, tanto entre el alumnado, como entre el equipo docente. Por un lado, los estudiantes han demostrado el desarrollo de dichas competencias a partir de la visualización de los contenidos creados, la realización de cuestionarios, la entrega de tareas y la superación de las distintas pruebas de evaluación. Por otro lado, el equipo docente se ha evaluado de estas competencias en los talleres formativos realizados.
- ✓ Mejorar la comunicación bidireccional docente-alumno. Para ello se han ofrecido nuevos canales de comunicación, como foros de debate en el campus virtual o videotutorías a través de zoom.
- ✓ Ofertar un conjunto de materiales didácticos interactivos con el alumnado. La virtualización de esta asignatura ha permitido la creación de materiales interactivos que han involucrado al alumnado en su proceso de desarrollo y adquisición de conocimientos.
- ✓ Difundir la metodología al resto de compañeros docentes en el ámbito universitario. Se han redactado artículos científicos y comunicaciones a congresos, como la presente, para dar a conocer la metodología desarrollada en este proyecto de innovación educativa al resto de docentes de la comunidad universitaria. En ellos se ha descrito la experiencia y los éxitos alcanzados con la aplicación de la metodología aplicada a esta asignatura del departamento de Expresión Gráfica de la UEx, para animar a que otros compañeros puedan aplicarlas en sus asignaturas.

4. RESULTADOS

Si bien el desarrollo y la aplicación de este proyecto docente ha supuesto un trabajo extra por parte del profesorado de la asignatura de Ingeniería Gráfica, los resultados alcanzados han sido muy positivos, ya que se ha observado una mejora en el aprendizaje, así como mejoras en las calificaciones y en la motivación de los alumnos. Los resultados académicos tras las evaluaciones realizadas han mejorado un 11%, lo que refuerza la metodología seguida.

Entre los resultados alcanzados podemos destacar el desarrollo de las competencias en e-learning del equipo docente, gracias a diversos talleres formativos sobre el manejo de herramientas Moodle, H5P, OBS Studio, etc.

En concreto el proyecto contemplaba dos acciones formativas (talleres) impartidas por expertos al inicio del proyecto. La primera acerca del manejo de distintas herramientas Moodle y la segunda sobre edición y montaje de videotutoriales.

También, se ha desarrollado toda una batería de contenidos didácticos virtuales e interactivos. Que permitirán seguir aplicando estas técnicas en cursos sucesivos con una simple actualización de los contenidos ya desarrollados.

Además, se han realizado tutorías on-line para la resolución de las dudas relacionadas con los contenidos lectivos y prácticos de la asignatura, lo que ha permitido mejorar la comunicación bidireccional docente-alumno.

Por otro lado, de cara a la evaluación de la asignatura, se elaboraron rúbricas para la corrección de las tareas y actividades evaluables, lo que sin duda, promovió el aprendizaje activo del alumnado, fomentando la autogestión y la autorregulación.

5. CONCLUSIONES

- Se ha constatado que la metodología planteada en este trabajo, empleada en las asignatura de Expresión Gráfica, denominada “virtualización global”, favorece el aprendizaje y estimula el estudio continuo y autónomo por parte del alumnado. Los resultados académicos tras las evaluaciones realizadas han mejorado un 11%.
- La virtualización de las asignaturas además, permite liberar tiempo de clase para realizar actividades complementarias (Carrasco-Amador et al., 2019), mejorando el aprendizaje. Permitiendo realizar explicaciones complementarias durante el tiempo de clase, o de forma virtual, favoreciendo el desarrollo de competencias adicionales.
- Si bien esta metodología conlleva más trabajo para los profesores, mejora el aprendizaje de los alumnos. Ya que, al existir una mayor comunicación bidireccional, se detectan las partes del tema que resultan más complicadas y en las que se ha de seguir trabajando.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y a la Junta de Extremadura el apoyo económico a través de los Proyectos de Investigación GR18086 y GR18164.

REFERENCIAS

- Gómez E. (2011), Calculation of the student's work volume in the new degree degrees in health sciences in Global evaluation of learning outcomes in degrees within the European Higher Education Area. Madrid Dykinson.
- Prieto A. (2015), Inductive methodologies: The challenge of teaching through questioning and challenges. Barcelona: Digital Text Ed. Ocean.
- Villalustre Martínez L., and Del Moral Pérez M. (2010), “Didactic-methodological innovations in the virtual ruralnet context and satisfaction of university students”, Ibero-American Journal on Quality, Efficiency and Change in Education, Volume 8 , Number 5.
- Muñoz A., et al. (2010). On adapting LMS for recommendation and personalization based on context-aware technologies. 6th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona, Spain.
- Riascos-Erazo S., Quintero-Calvache D., and Ávila-Fajardo G. (2009). ICT in the classroom: perceptions of university professors. Education and Educators, vol. 12, no. 3.

Carrasco-Amador J.P., et al. (2019) Application of reverse learning, self-assessment and co-assessment in Graphic Engineering. 27th University Congress of Educational Innovation in Technical Teaching. Alcoy, Spain.

Adaptación de una práctica de acústica a la docencia *online*

V.P. Cuenca-Gotor ^a, M.H. Giménez Valentín ^a, I. Salinas Marín ^a y
J.A. Monsoriu-Serra ^a

vacuego@fis.upv.es, mhgimene@fis.upv.es, isalinas@fis.upv.es, jmonsoni@fis.upv.es.

^a Departamento de Física Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
(Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España)

ABSTRACT

Traditionally, the Acoustics lab practice is a student favorite. Due to Covid-19 restrictions, we discarded the use of lab instruments such as microphones and headphones. We decided to move the laboratory home using the Smartphone sensors and the personal computer instead of the oscilloscope and the power source. We designed five different experiences using the Smartphone acoustic sensor and several free apps. The experimental results were good. However, though the students enjoyed the opportunity to apply their knowledge to everyday phenomena, they missed direct contact with their classmates.

Keywords: Acoustics; lab practice; Smartphone sensors; free apps; Covid-19.

RESUMEN

Tradicionalmente, la práctica de Acústica es una de las favoritas del alumnado. Debido a las restricciones implementadas durante la pandemia de Covid-19, se ha descartado el uso de instrumentos tales como micrófonos y auriculares. Se decidió trasladar el laboratorio a casa, utilizando los sensores del teléfono inteligente y el ordenador personal como alternativa al osciloscopio y la fuente de alimentación. Se diseñaron cinco experiencias diferentes utilizando el sensor acústico del teléfono y varias aplicaciones gratuitas. Los resultados experimentales fueron buenos. Sin embargo, aunque los estudiantes disfrutaron de la oportunidad de aplicar sus conocimientos a fenómenos cotidianos, echaron en falta el contacto directo con sus compañeros de clase.

Palabras clave: Acústica; laboratorio; smartphone; software libre; Covid-19.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, los *Smartphones* o teléfonos inteligentes son una herramienta tecnológica fundamental en nuestro quehacer diario; y no solo como medio de comunicación. También nos despertamos con el móvil, miramos el correo, examinamos el *WhatsApp*, atendemos las redes sociales, escuchamos música, consultamos la agenda, leemos las noticias, etc. En definitiva, el móvil se ha convertido en un elemento fundamental en nuestras vidas; y mucho más entre la juventud. Así pues, en la medida en que podamos introducir el móvil en las aulas y laboratorios docentes, siempre de forma controlada, el alumnado se sentirá mucho más cómodo, permitiendo que el proceso enseñanza-aprendizaje sea mucho más atractivo y, por ende, más provechoso.

Tradicionalmente, en las prácticas de laboratorio de Física el alumnado estudia desde el punto de vista experimental las leyes que ha trabajado previamente en clase. Así pues, el objetivo de las prácticas de laboratorio es doble: por un lado reforzar los conocimientos teóricos adquiridos en las clases de teoría, y por otro lado habituarse a las técnicas experimentales propias de laboratorio (manejo de aparatos de medida, toma de datos experimentales, análisis de datos experimentales, cálculos de incertidumbres, etc.) (Séré, 2002). Sin embargo, en numerosas ocasiones, los estudiantes encuentran rutinarias y poco enriquecedoras las prácticas de las asignaturas relacionadas con la Física, lo que conlleva que no se muestren interesados en las mismas.

En este contexto surgió SMARTPHYSICS (<http://smartphysics.webs.upv.es/>) con la idea de generar una nueva perspectiva en el ámbito educativo, introduciendo los *Smartphones* de los propios estudiantes como un nuevo elemento motivador en el aula, integrándolo en las prácticas de Física como dispositivo de medida y toma de datos a través de los sensores que incorporan, utilizándolo como acelerómetro (Salinas, 2018a), luxómetro (Sans, 2017), sonómetro (Salinas, 2017), barómetro (Salinas, 2018b), etc. El alumnado está acostumbrado a utilizar el teléfono móvil en su entorno social, y que vean que puede ser útil también como dispositivo de medida, despierta su curiosidad e interés.

Adicionalmente, es importante señalar que los *Smartphones* son una herramienta tecnológica que permite al alumnado realizar sus propias experiencias científicas en casa, en contraposición a los aparatos clásicos de medida que normalmente están fuera de su alcance, en el caso de no poder acceder a los laboratorios de la Universidad. Teniendo en cuenta la desafortunada situación derivada de la COVID-19 y el control de aforos en los laboratorios consecuencia del distanciamiento social, los *Smartphones* nos están permitiendo trasladar algunas prácticas de Física al hogar utilizando los sensores de los teléfonos inteligentes.

En este trabajo presentamos la adaptación de una práctica de laboratorio de acústica a la modalidad no presencial u *online*, aprovechando la experiencia adquirida en el estudio del uso de los sensores de los *Smartphones* para la toma de medidas en el laboratorio, avalada por los trabajos anteriormente mencionados. El objetivo principal de la adaptación de esta práctica ha sido el aumento de la motivación del alumnado, factor determinante en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en el rendimiento académico.

2. METODOLOGÍA

La impartición del apartado «Acústica», perteneciente al tema «Ondas», se realiza en el tramo final del curso (correspondiéndose con la unidad sexta de un total de seis unidades didácticas). En las clases de teoría y práctica de aula se trabajan los conceptos teóricos apoyados en la resolución de multitud de ejemplos prácticos. Aprovechando estas sesiones, se introduce el uso de los aparatos de medida de niveles de intensidad sonora (sonómetros) y las sencillas aplicaciones móviles que permiten llevar un sonómetro en nuestros bolsillos.

Para el desarrollo de esta práctica se ha seleccionado una serie de cinco experimentos en base al cumplimiento de las siguientes premisas:

- El alumnado dispone del material necesario para la realización de la práctica en su hogar o lugar de residencia durante el curso: los experimentos se llevan a cabo con el apoyo de un *Smartphone*, un ordenador con altavoz y una cinta métrica.
- Los sensores a utilizar reportan resultados con bastante exactitud, por lo que se consideran adecuados para el estudio experimental de la acústica.
- Las aplicaciones móviles que se van a utilizar para acceder a los datos medidos por los sensores también son adecuadas para este tipo de experimentos.
- Las aplicaciones informáticas (ordenador y *Smartphone*) son sencillas e intuitivas, minimizando el tiempo destinado al aprendizaje del manejo de la propia aplicación en favor del aprendizaje de las competencias propias de la materia.
- En la ejecución previa de los experimentos, por parte del profesorado, no se han detectado dificultades técnicas que pudieran suponer un obstáculo para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tradicionalmente se realizaba una sesión de práctica de laboratorio para el estudio experimental de la acústica, utilizando un generador de señal y unos auriculares para que los estudiantes comprobaran sus niveles de audición, y un osciloscopio con un micrófono para que pudieran ver la señal del sonido en la emisión de las cinco vocales. Como en el resto de prácticas de laboratorio, las sesiones se llevaban a cabo en un laboratorio de la Escuela, donde los estudiantes trabajaban en grupos de tres y presentaban, a la finalización de la sesión, un breve informe con el análisis de los resultados, discusión y conclusiones.

En la actual adaptación de la práctica para su docencia *online* se mantienen los dos experimentos anteriores, empleando el ordenador y el *Smartphone* en lugar del equipamiento de laboratorio, y se incorporan tres nuevos experimentos. La sencillez de las aplicaciones a utilizar posibilita esta ampliación; sin embargo hay que tener en cuenta que el hecho de que el alumnado esté habituado al uso del *Smartphone*, añadido al fácil manejo de las aplicaciones, puede conllevar que sean menos cuidadosos en la toma de datos de lo que serían con el instrumental de laboratorio, por lo que es fundamental que el profesorado incida en este aspecto, así como en optimizar las condiciones de medida para poder considerar válidos los resultados para su análisis (Ortega, 2019).

A continuación se describe el desarrollo de la práctica de acústica y los experimentos que la componen. Al inicio de la sesión se establecen los objetivos, material y aplicaciones, dando una breve explicación del manejo de estas. Acto seguido se revisa la base teórica, que ya ha sido ampliamente trabajada en las clases de teoría y práctica de aula, y se amplía la formación en acústica atendiendo a cuestiones más experimentales: cómo se generan las curvas de audición con los umbrales de audición y dolor; cómo se interpretan los valores de nivel de intensidad sonora en cuanto a la salud auditiva, indicando los efectos nocivos de la exposición continuada en ciertos ambientes; cómo se interpretan los resultados del análisis de Fourier de un sonido con su frecuencia fundamental;... Estas explicaciones se acompañan de ejemplos ilustrativos, como los vídeos cuyas capturas se muestran en las figuras 1 y 2, en los que se analiza el canto de un canario en tercios de octava.



Figura 1. Captura del inicio del vídeo de un canario cantando.



Figura 2. Captura del inicio del vídeo del análisis del espectro de un canario cantando con la aplicación Analizador de espectros Spectrum (iOS).

2.1. Experimento 1 Medidas con sonómetro

Para la realización de este experimento únicamente se necesita una aplicación de medida del nivel de intensidad sonora, como puede ser *Sonómetro* para *iOS* o el sonómetro de la aplicación *Physics Toolbox Sensor Suite* para *iOS* y para *Android*. Esta experiencia se desarrolla antes de la sesión de práctica de laboratorio, pues en las explicaciones de teoría anteriores ya se ha estudiado el uso de la aplicación, y resulta muy instructivo el hecho de tomar medidas, sobre todo en el exterior.



Figura 3. Medida del nivel de intensidad sonora generado por una fuente puntual en interior con la aplicación Sonómetro (iOS).

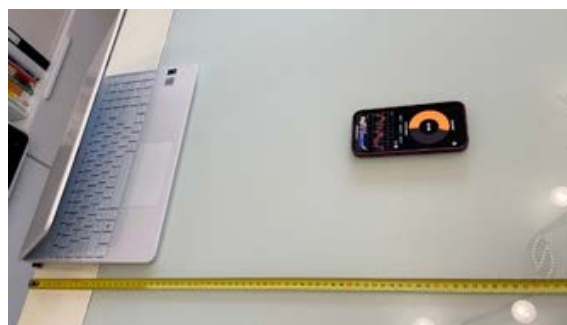
Los estudiantes deben medir el ruido ambiental generado por diversas fuentes en diferentes lugares (1 exterior y 1 interior, como mínimo, por cada componente del equipo), anotando el resultado y la fuente del ruido. En exteriores intentarán que la distancia a la fuente no supere los 2-3 m para que no influya excesivamente en el nivel medido. Posteriormente deben registrar las medidas obtenidas por los componentes del equipo en la tabla suministrada en el documento

Word preparado por el profesorado, ordenándolas de menor a mayor nivel de intensidad, y comparar estas medidas con los datos de salud y niveles de ruido estudiados.

2.2. Experimento 2 Medidas con sonómetro: pérdida de nivel

Con un generador de tonos *online* (en este caso se ha utilizado la aplicación web <https://www.szynalski.com/tone-generator/>), se genera un tono puro con un volumen medio en los altavoces, para evitar distorsiones y malestar acústico; y con la tapa del ordenador semicerrada para dirigir el sonido. Para optimizar las condiciones de medida debe conseguirse el mínimo ruido de fondo, así que es conveniente cerrar puertas y ventanas de la estancia; y debe intentarse que el entorno no genere un ambiente ni demasiado absorbente ni demasiado reflectante, por lo que hay que evitar la presencia de peluches, cojines, cuadros o marcos de fotos cercanos a la fuente de emisión, el altavoz del ordenador en este caso.

Los estudiantes, utilizando la aplicación *Sonómetro* o el sonómetro de *Physics Toolbox Sensor Suite*, deben medir el sonido a seis distancias desde la posición del altavoz del ordenador, alejándose hasta donde les permita el lugar en el que están midiendo. El registro de las medidas se vuelca en la hoja *Excel* preparada por el profesorado, donde podrán comprobar cómo la pérdida de nivel de intensidad se corresponde con la ecuación de atenuación por distancia en una fuente puntual, con frentes de onda esféricos:



$$L_I = L_P - 11 - 20 \log r \text{ (dB)}$$

Figura 4. Medida del nivel de intensidad sonora a distintas distancias de una fuente puntual con la aplicación Sonómetro (iOS).

2.3. Experimento 3 Frecuencias de las notas musicales

Empleando la aplicación web <https://www.sessiontown.com/es/juegos-aplicaciones-musica/teclado-piano-virtual-online>, se tocan dos octavas completas de la escala natural (la 4ª y la 5ª) ajustando el efecto de sonido al modo órgano para aumentar la duración y facilitar la medida. El alumnado registra la frecuencia para cada nota en la hoja *Excel* suministrada, utilizando el detector de tono de la aplicación *Physics Toolbox Sensor Suite*. De esta forma puede comprobar que la gráfica de frecuencia vs. número de nota se ajusta a una función exponencial, y que la relación de frecuencias entre la nota de una octava y la correspondiente de la octava anterior es del doble.

2.4. Experimento 4 Emisión de vocales

En este experimento se emplea el osciloscopio de la aplicación *Physics Toolbox Sensor Suite* para medir la señal de cada una de las vocales. Los estudiantes deben emitir con la garganta cada una de las 5 vocales, lo más estables posible, medir la señal con el osciloscopio, y capturar la imagen que aparece en la pantalla del *Smartphone*.

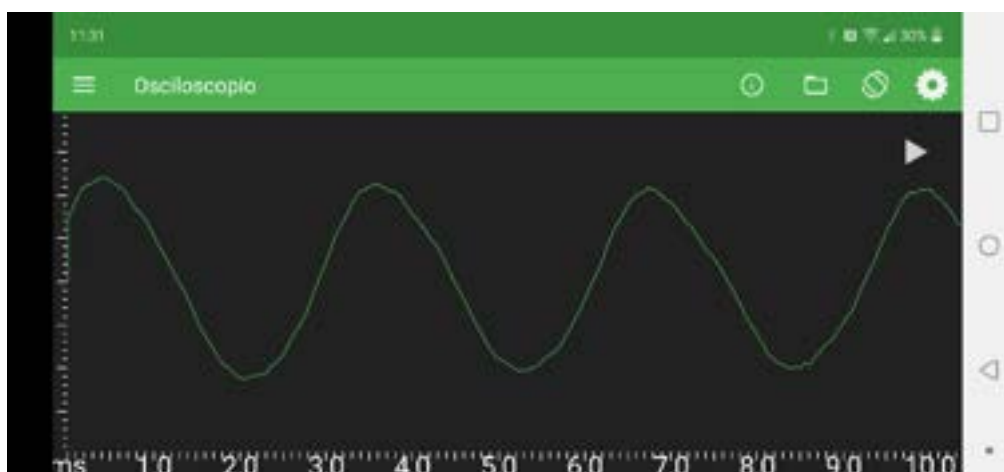


Figura 5. Señal de la vocal U con el osciloscopio de la aplicación Physics Toolbox Sensor Suite (Android).

Posteriormente analizarán y comentarán la forma de cada señal, y si se aproxima más o menos a la sinusoidal, dependiendo de la vocal concreta y del miembro del grupo que la haya emitido. Además, en caso de que sea posible (la aplicación en *Android* sí lo permite), analizarán aproximadamente el período y la frecuencia de la señal.

2.5. Experimento 5 Niveles de audición

Este experimento consiste en una audiometría cualitativa, donde se pueden comprobar distintos aspectos de la combinación intensidad – frecuencia, como la frecuencia mínima y máxima que cada estudiante es capaz de percibir, que los sonidos agudos se perciben mejor que los graves para una misma intensidad (volumen), y que las frecuencias medias y medias altas necesitan menos intensidad para ser percibidas mientras que las bajas y altas precisan de más intensidad, como se observa en la curva teórica del umbral de audición.

Para ello, con un generador de tonos *online*, utilizando de nuevo la aplicación web <https://www.szynalski.com/tone-generator/>, se genera un tono puro (frecuencia 440 Hz por defecto) con un volumen medio en los altavoces. Si se desea analizar las frecuencias audibles para una misma intensidad, simplemente hay que desplazar la deslizadera del generador hacia frecuencias bajas (graves) y altas (agudas), y registrar los valores mínimo y máximo que se alcanzan a percibir. Para el estudio de la curva umbral de audición se mantiene una frecuencia y se modifica la intensidad para registrar el valor en que comienza a ser audible.

3. RESULTADOS

De forma muy breve pasamos a exponer los resultados obtenidos con la adaptación de esta práctica mediante el análisis de las respuestas del alumnado, en la escala de Likert (TD: totalmente en desacuerdo; D: en desacuerdo; A: de acuerdo; y TA: totalmente de acuerdo), al cuestionario incluido en el documento *Word* que se entregaba como informe de la práctica realizada.

De los 132 estudiantes que realizaron la práctica y completaron el cuestionario, el 98% considera que el uso del *Smartphone* en esta práctica le ha resultado adecuado para el aprendizaje (44% A y 54% TA); el 92% considera que el *Smartphone* le ha resultado sencillo de manejar como instrumento de medida (35% A y 57% TA); y el 89% considera que le ha ayudado a mejorar su capacidad de análisis (59% A y 30% TA).

En cuanto al grado de motivación, el 85% considera que el uso del *Smartphone* en esta práctica le ha resultado motivador (57% A y 28% TA). A pesar de que el total de estudiantes que ha contestado positivamente es un valor considerable, es remarcable que este aspecto sea el peor valorado. Al respecto de esta situación, en el transcurso de los días posteriores a la realización de la práctica se solicitaron comentarios a los estudiantes pertenecientes al programa de acción tutorial, con los que se mantiene una relación más estrecha, siendo unánimes en su opinión: a pesar de nuestros esfuerzos por paliar los efectos adversos de la pandemia, el desarrollo de las prácticas *online* no les resulta gratificante, aunque sí que les haya motivado el empleo del *Smartphone*.

4. CONCLUSIONES

Los sensores de los *Smartphones* han abierto el campo de las herramientas experimentales en las prácticas de laboratorio, lo cual nos ha ayudado a superar los obstáculos del distanciamiento social y de la imposibilidad de uso del equipamiento de laboratorio. El diseño de los experimentos de las prácticas se puede realizar de forma muy sencilla, lo que permite abarcar más campo de trabajo. Los estudiantes han podido observar y medir fenómenos físicos del mundo que les rodea, ampliando su capacidad de análisis de estos fenómenos, así como su autonomía en el trabajo. Sin embargo, y como se ha comentado en los resultados de la cuestión sobre motivación, la docencia *online* de esta práctica y la elaboración del trabajo de forma individual no han resultado totalmente gratificantes para el alumnado. Esperamos, por tanto, desarrollar esta práctica de vuelta al laboratorio, con los nuevos experimentos y otros más que puedan resultar didácticos y constructivos.

REFERENCIAS

- Ortega Rodríguez P. (2019). *Science Journal. Convierte tu móvil en un laboratorio*. Observatorio de Tecnología Educativa. Ed. Ministerio de Educación y Formación Profesional, España.
- Salinas I., Giménez M. H., Castro-Palacio J. C., Gómez-Tejedor J. A., Monsoriu J. A. (2017). The Smartphone as a Sound Level Meter: Visualizing Acoustical Beats. *Técnica Industrial*, 318, 34-38.
- Salinas I., Giménez M.H., Sans J.A., Castro-Palacio J.C., Monsoriu J.A. (2018a). Cómo visualizar oscilaciones forzadas en tu *smartphone*. *Revista Española de Física*, 32, 21-24. Premio RSEF- FBBVA 2019 al mejor artículo de enseñanza de la Física.
- Salinas I., Giménez M.H., Monsoriu J.A., Castro-Palacio J.C. (2018b). El *smartphone* como barómetro en experimentos de Física. *Modelling in Science Education and Learning*, 11, 15-24.
- Sans J.A., Gea-Pinal J., Giménez M.H., Esteve A.R., Solbes J., Monsoriu J.A. (2017). Determining the efficiency of optical sources using a Smartphone's ambient light sensor. *European Journal of Physics*, 38, 025301.
- Séré M.G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas [online]*, 20, 357-368.

Adaptación metodológica para el desarrollo de practicas de campo en la asignatura Métodos Analíticos y Estrategias de Muestreo del MUPRL durante periodo COVID-19

P. Romero^a, M.T. Miranda^a, C.V. Rojas^a, I. Montero^a, J.I. Arranz^a,
F.J. Sepúlveda^a, V. Valero^b

pmunoz@unex.es; tmiranda@unex.es; cvrojas@unex.es; imontero@unex.es; jiarranz@unex.es;
fsepulveda@unex.es; vvalero@unex.es

^aDepartamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales. Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Extremadura. Av. Elvas s/n, 06006 Badajoz, España

^bDepartamento de Dirección de Empresas y Sociología. Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Extremadura. Av. Elvas s/n, 06006 Badajoz, España

ABSTRACT

Design of laboratory practices that complement the theoretical contents taught is an important factor in achieving practical and quality training in the field of Occupational Health and Safety. University of Extremadura offers as postgraduate studies the University Master's Degree in Occupational Risk Prevention. Within the speciality of Industrial Hygiene, in the Analytical Methods and Sampling Strategies subject, the objective is the knowledge and application of the different sampling techniques of pollutants in the workplace. To this end, practical exercises in real environments and facilities allow a better assimilation of theoretical concepts, as well as methodology and available equipment. However, due to COVID-19 pandemic, presential practices have become more difficult to carry out, so it has been decided to adapt to a video tutorial format where students can have a clear vision of handling, assembly and placement of the equipment, as well as the subsequent analysis of the results obtained with specific software. Development of this practice allows the achievement of the subject's specific competence.

Keywords: COVID-19, field practices, e-learning, competences

RESUMEN

El diseño de prácticas que complementen los contenidos teóricos impartidos constituye un factor importante para la consecución de una formación práctica y de calidad en el ámbito de la Seguridad y Salud Laboral. La Universidad de Extremadura ofrece como estudios de postgrado el Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales. Dentro de la especialidad de Higiene Industrial, la asignatura Métodos Analíticos y Estrategias de Muestreo tiene como objetivo el conocimiento y aplicación de las diferentes técnicas de muestreo de contaminantes

en el entorno laboral. Para ello, el diseño de prácticas en entornos e instalaciones reales permite una mejor asimilación de los conceptos teóricos, así como de la metodología y equipos disponibles. Sin embargo, debido a la pandemia por COVID-19 la realización de prácticas presenciales se ha dificultado, por lo que se ha optado por la adaptación a un formato e-learning donde los alumnos puedan tener una visión clara del manejo, montaje y colocación de los equipos, así como del posterior análisis de los resultados obtenidos con softwares específicos. El desarrollo de esta práctica permite el alcance de la competencia específica de la asignatura.

Palabras clave: COVID-19, prácticas de campo, e-learning, competencias

1. INTRODUCCIÓN

El Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales (MUPRL) en modalidad semipresencial y con un año de duración comienza su andadura en el curso 2019-2020. El título está compuesto por tres ramas temáticas, Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial y Ergonomía y Psicosociología Aplicada, capacitando a los alumnos que lo cursan como Técnicos Superiores en Prevención de Riesgos Laborales.

En el segundo semestre se imparte la asignatura Métodos Analíticos y Estrategias de Muestreo (MAyEM) dentro de la especialidad Higiene Industrial. La finalidad de esta disciplina es la obtención por parte de los alumnos de competencias específicas que les permitan conocer y aplicar técnicas de medición analíticas y estrategias de muestreo, así como el empleo de equipos de medida específicos y la elaboración de informes técnicos (Miranda et al., 2016).

Para la adquisición de estas competencias se desarrollan seminarios y prácticas de campo o laboratorio, con un total de 30 horas, según se recoge en el plan docente. La enseñanza de competencias comporta partir de situaciones y problemas reales, por lo que se recomienda el diseño de prácticas en instalaciones existentes (Zabala y Arnau, 2007). Sin embargo, las medidas de seguridad e higiene impuestas por las autoridades sanitarias en los centros universitarios debido al COVID-19 dificulta la realización de prácticas presenciales en determinadas situaciones. Se recomienda dentro de este ámbito, reducir los grupos de alumnos, mantener la distancia interpersonal e incrementar las herramientas y equipos utilizados por el alumnado (Ministerio de Sanidad y Ministerio de Universidades, 2021). Estas recomendaciones en la mayoría de las ocasiones no se pueden llevar a cabo debido al alto coste de algunos de los equipos empleados y a las características de las instalaciones reales.

Así, se plantea la realización de una práctica específica para la valoración de las condiciones de ambiente térmico en la que los trabajadores realizan su actividad dentro de un invernadero a partir de una serie de vídeos explicativos y distinta documentación proporcionada al alumno donde se recogen las distintas actividades que llevan a cabo los trabajadores, las características de la instalación, la utilización y montaje de los equipos, el manejo de software específico para la interpretación de datos, etc. Mediante el uso de estas herramientas se garantiza el aprendizaje de estas competencias a pesar de no realizar la actividad de manera presencial por las restricciones impuestas por la pandemia.

Por tanto, en el presente trabajo se expondrá de forma detallada el alcance y metodología a seguir en la adaptación de una práctica de campo a una en modalidad e-learning.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta práctica es la adaptación de una práctica específica de campo de la asignatura MAyEM a una práctica en modalidad e-learning donde se valoran las condiciones de ambiente térmico dentro del ámbito laboral de un invernadero.

De esta manera, se proporciona a los alumnos una preparación en procedimientos metodológicos aplicados en relación con la Higiene Industrial y su aplicación práctica durante el ejercicio de la profesión de Técnico Superior en PRL (De Miguel Díaz, 2005).

Asimismo, se pretende formar a los alumnos en lo relacionado con la medición de parámetros ambientales con equipos específicos además de comprobar la capacidad para analizar los elementos de la situación y la respuesta dada para resolverla adecuadamente siguiendo una metodología adaptada a la formación online asincrónica (Palacios, 2014).

3. METODOLOGÍA

En la Figura 1 se recoge un esquema resumen de los pasos a seguir junto con la documentación proporcionada a los alumnos para la correcta elaboración del caso práctico propuesto.



Figura 1. Pasos a seguir para la realización de la práctica

3.1. Planteamiento de la práctica

Como paso previo a la realización de la práctica, se expone al alumno durante una clase teórica las situaciones de ambiente térmico que pueden existir en un puesto de trabajo y los parámetros necesarios para el correcto cálculo en función de la normativa aplicable.

Una vez dispone el alumno de los conocimientos necesarios, se debe conocer el objetivo de la realización de esta práctica. Para ello se proporciona una memoria donde se detalla el enunciado, la descripción del invernadero donde se va a llevar a cabo la práctica, etc.

Por último, se facilita los distintos archivos de medición obtenidos por el equipo de ambiente térmico en distintas jornadas de trabajo con condiciones climáticas variables.

3.2. Montaje y manejo del equipo

La segunda parte de la práctica consiste en una toma de contacto con el montaje y manejo del equipo de ambiente térmico que se emplea. Para ello se proporciona un vídeo explicativo donde se recoge en detalle la descripción del equipo, las distintas sondas de medición que incluye y los tres programas operativos de medida (A: Análisis del microclima en lugares moderados, calientes y fríos; B: Análisis del malestar en lugares moderados; C: Medida de magnitudes físicas para un uso general).

Para valorar el microclima existente en el invernadero se emplea un medidor de ambiente térmico HD32.1 de la marca DeltaOHM (Figura 2). En este caso, se utilizan sondas para la medición de la temperatura del aire, temperatura de globo, temperatura de bulbo húmedo, humedad relativa, presión y velocidad del aire. (DeltaOHM, 2018).



Figura 2. Medidor de ambiente térmico HD32.1 DeltaOHM

3.3. Determinación de la carga metabólica y vestimenta del trabajador

Para evaluar las condiciones ambientales en las que se lleva a cabo una actividad laboral es necesario conocer la carga metabólica de las tareas que realiza el trabajador durante su jornada de trabajo, así como la vestimenta que porta.

En este caso, para la determinación del metabolismo se facilita al alumno un vídeo donde se desglosa en actividades unitarias el trabajo correspondiente a un ciclo de trabajo junto a su duración. A partir de la información obtenida y junto con las tablas de la NTP 1011 (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT], 2014) y la Norma UNE-EN ISO 8996:2005 (Asociación Española de Normalización y Certificación [AENOR], 2005) se calcula la carga metabólica. En la Figura 3 aparece una captura del vídeo proporcionado.



Figura 3. Captura del vídeo para la determinación de la carga metabólica

De igual forma, a partir de fotografías del trabajador objeto de estudio y con ayuda de la Norma UNE-EN ISO 9920:2009 (Asociación Española de Normalización y Certificación [AENOR], 2009) se estima el aislamiento térmico de la vestimenta que lleva.

3.4. Selección de la estrategia de medición y ubicación del equipo

A partir de la información dada en la memoria de la práctica se decide la estrategia de medición. En este caso, se opta por realizar mediciones en seis jornadas de trabajo completas donde existen condiciones climáticas diferentes. Asimismo, se selecciona el programa operativo más adecuado de los tres que se pueden emplear para la obtención de los datos necesarios para el posterior análisis. En este caso, se selecciona el Programa de Medición A.

Para seleccionar la ubicación del equipo de medida de ambiente térmico se proporciona el plano del invernadero y distintas fotografías donde se observa el entorno. Las mediciones se llevan a cabo en el invernadero de la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura. En la Figura 4 se muestra la ubicación del medidor de ambiente térmico dentro del invernadero (García White, 2021).



Figura 4. Disposición del medidor de ambiente térmico en el invernadero

3.5. Exportación de los datos y manejo del software

En este punto se proporciona al alumno un vídeo específico donde se explica el manejo del software de tratamiento de datos DeltaLogio. Este programa informático está asociado al equipo de ambiente térmico empleado para la toma de datos. Se lleva a cabo un recorrido por las distintas opciones de cálculo haciendo especial hincapié en el análisis de ambientes calurosos, ya que en los invernaderos puede existir riesgo de estrés por calor para los trabajadores. En la Figura 6 se muestra una captura de la interfaz del software DeltaLogio.

n	Adquisición	Ta (C)	Tg (C)	Te (C)	Pr (hPa)	RH (%)	Va (m/s)	Tr (C)	WBGT+ (C)	WBGT-o (C)	WCI (C)	PMV	PPD (%)
1	2016/10/01 06:00:00	15.3	17.6	18.1	999.1	72.4	0.14	17.3	16.4	16.4	0.04	0.04	0.07
2	2016/10/01 07:00:00	15.7	17.7	17.9	999.1	72.5	0.13	17.6	16.3	16.3	0.04	0.04	0.07
3	2016/10/01 07:30:00	15.5	17.4	17.2	999.4	76.5	0.17	17.6	16.1	16.1	0.17	0.17	0.50
4	2016/10/01 08:00:00	15.4	17.1	17.2	999.5	77.5	0.17	17.1	16	16	0.19	0.19	0.50
5	2016/10/01 08:30:00	16.2	18.6	18.3	999.7	78	0.08	18.9	16.9	16.9	0.17	0.17	0.50
6	2016/10/01 09:00:00	17.4	21.1	19.7	999.9	79.9	0.09	22	19.5	19.4	0.04	0.04	0.07
7	2016/10/01 09:30:00	19.1	25.4	22.8	992.1	60.3	0.11	27.1	21	20.8	1.16	1.16	33.31
8	2016/10/01 10:00:00	18.2	27.2	21.9	992.2	56.2	0.31	33.2	25.9	26.4	1.21	1.21	35.76
9	2016/10/01 10:30:00	19.4	30.6	23.5	992.4	48.9	0.23	37.2	22.8	22.1	1.77	1.77	65.43
10	2016/10/01 11:00:00	20.9	35.9	26.3	992.4	42.5	0.17	42	25.3	24.4	2.53	2.53	93.95
11	2016/10/01 11:30:00	21.7	37.2	27.8	992.5	38.6	0.36	47.7	26.4	25.4	2.82	2.82	97.98
12	2016/10/01 12:00:00	24.7	42.1	32.8	992.2	30.1	0.12	47.2	29.9	29	3.64	3.64	99.96
13	2016/10/01 12:30:00	23.5	42.7	31.1	992	31.2	0.25	52.4	29.3	28.1	3.71	3.71	99.99
14	2016/10/01 13:00:00	24.8	46.2	33	991.7	27.3	0.13	53.7	31.2	29.9	4.21	4.21	100
15	2016/10/01 13:30:00	26.7	47.7	36	991.2	24.2	0.16	54.8	33	31.9	4.82	4.82	100
16	2016/10/01 14:00:00	25.6	47.5	35.8	990.9	23.9	0.52	61.6	32.2	31	4.86	4.86	100
17	2016/10/01 14:30:00	25	46.2	35.3	990.6	21	0.63	61.1	31.3	30.2	4.43	4.43	100

Figura 6. Interfaz software DeltaLog10

3.6. Análisis de resultados

Cada alumno elabora un informe final recogiendo los datos más significativos del proceso seguido para la elaboración de la práctica, con presentaciones en formato tablas y gráficas de las variables analizadas, junto con las principales observaciones y conclusiones derivadas de la

experimentación. A continuación, se muestran algunos de los resultados representativos obtenidos. En la Tabla 1 se recoge las condiciones ambientales promedio para los seis días objeto de estudio, mientras que en la Figura 7 se representa la evolución de la temperatura rectal, el ratio de sudoración y la pérdida de agua del trabajador a lo largo de la jornada de trabajo en función de las condiciones ambientales, carga metabólica y vestimenta para uno de los días estudiados.

Tabla 1. Condiciones ambientales promedio diarias

	T_w (°C)	T_g (°C)	T_a (°C)	P_r (hPa)	RH (%)	V_a (m/s)	T_r (°C)	WBGT _i (°C)	WBGT _o (°C)
Día 1	20.33	31.65	25.54	991.69	49.82	0.22	36.95	23.74	23.13
Día 2	20.03	32.45	26.48	989.16	41.58	0.19	36.88	23.77	23.15
Día 3	19.65	25.94	23.21	994.24	58.94	0.2	28.42	21.54	21.26
Día 4	20.17	28.06	25.07	997.27	59.65	0.54	33.52	22.92	22.62
Día 5	19.92	33.19	27.05	995.27	38.26	0.17	37.25	23.92	23.31
Día 6	19.64	27.12	23.65	992.85	59.12	0.42	32.48	21.88	21.54

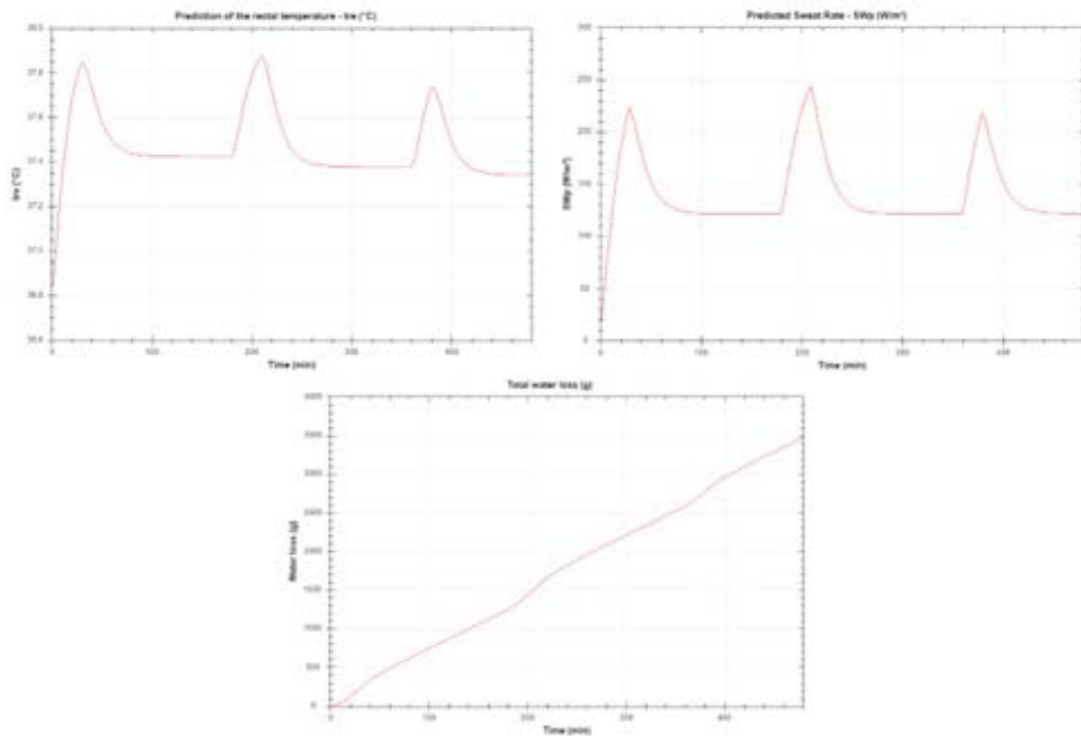


Figura 7. (a) Predicción de la temperatura rectal, (b) Predicción del ratio de sudoración, (c) Pérdida total de agua

4. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Mediante la realización de esta práctica, los alumnos toman un primer contacto con la implantación preventiva en una actividad laboral. Esto supone hacer frente a la problemática relacionada con el estrés térmico presente en multitud de puestos de trabajo.

Dentro del contexto de pandemia que se está viviendo, la adaptación de prácticas presenciales a prácticas a distancia a través de herramientas como los vídeos tutoriales es clave para

que el alumno no pierda las competencias relacionadas con la realización de casos prácticos en situaciones e instalaciones reales.

A pesar de ser una práctica adaptada de formato presencial a e-learning, los alumnos participan activamente seleccionando la estrategia de medición así como la posterior toma de datos e interpretación de los mismos. Esto permite una mejor asimilación de los conceptos teóricos recibidos en la docencia del MUPRL, concretamente, en lo referente a la asignatura Métodos Analíticos y Estrategias de Muestreo de la especialidad Higiene Industrial.

Finalmente, puede afirmarse que, tras la realización de la práctica propuesta, donde se potencia la adquisición de competencias para la aplicación de procedimientos metodológicos, los alumnos adquieren habilidades de gran utilidad para el desarrollo de su posterior actividad como Técnicos Superiores en Prevención de Riesgos Laborales. Asimismo, el alumno adquiere una mayor sensibilización en cuanto a las situaciones que puedan llevar a los trabajadores a una situación de estrés térmico, siendo consciente de la importancia de las medidas preventivas.

REFERENCIAS

- Miranda, M.T., Montero, I., Rojas, C.V., Sepúlveda F.J., Arranz, J.I. (2016). *Metodología para el aprendizaje práctico de « Valoración y cuantificación de gases por inhalación en industria vinícola »*. 24ª edición del Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (24 CUIEET).
- Zabala, A., Arnau, L. (2007). *11 Ideas Clave : Cómo aprender y enseñar competencias*. Editorial Graó.
- Ministerio de Sanidad y Ministerio de Universidades. Gobierno de España. (2021). *Medidas de Prevención, Higiene y Promoción de la Salud frente a COVID-19 para centros universitarios en el curso 2021-2021*.
- De Miguel Díaz, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. Editorial Universidad de Oviedo.
- Palacios Contreras, P.G. (2014). *Evaluación por competencias*. Editorial Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- DeltaOHM, GHM Group (2018). *Operating manual Thermal Microclimate HD32.1*.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (2014). *NTP 1011 : Determinación del metabolismo energético mediante tablas*.
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) (2005). *UNE-EN ISO 8996 :2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica*.
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) (2009). *UNE-EN ISO 9920 :2009. Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa*.
- García White, T. (2021). *Análisis de las condiciones de Seguridad y Salud en los invernaderos de la Comunidad Autónoma de Extremadura*. Tesis Doctoral Universidad de Extremadura.

Metodología a distancia en el seguimiento del TFM en el Máster en Gestión Integrada de la Calidad, la Prevención de Riesgos Laborales y el Medio Ambiente de la Universitat Jaume I

Vicente Esteve Cano^a, Francisco Aznar Mollá^b y Victoria Eugenia
Esteve Pozo^c

estevv@uji.es ; franciscoaznar@cyc-ingenieros.com ; esteve_vicpoz@gva.es

^aDpto. de Química Inorgánica y Orgánica.

Universitat Jaume I, Ap. 224, 12071 Castelló de la Plana, España

^bCyC Coordinación y Control Ingenieros,

C/. Doctor Sanchis Sivera, 21-14, 46008 Valencia, España

^cCEIP Novenes de Calatrava, C/. Dublín, 4, 12530 Borriana, España

ABSTRACT

In this paper, we present the use of a distance methodology (synchronous and asynchronous) for tutoring the TFM of a semi-face-to-face master's degree taught at the Jaume I University. Synchronous to students for sixteen editions, tutoring had always been done in person through face-to-face meetings, which meant a difficulty for some students and the loss of potential students in other regions. For the implementation of this methodology, computer applications such as Google Meet have been used to manage communications, Moodle as the central axis of the meetings and Google calendar to organize the tutorials, which has resulted in a huge gain in time and flexibility.

Keywords: Moodle, on line, TICs, Webex, YouTube

RESUMEN

Presentamos en este trabajo la utilización de una metodología a distancia (síncrona y asíncrona) para la tutorización del TFM de un máster semi-presencial impartido en la Universitat Jaume I. Si bien se trata de un máster semi-presencial que se viene retransmitiendo de forma síncrona a los alumnos desde hace dieciséis ediciones, la tutorización siempre se había realizado de forma presencial a través de reuniones totalmente presenciales, lo que suponía una dificultad para algunos alumnos y la pérdida de posibles alumnos en otras regiones. Para la implantación de esta metodología se han utilizado aplicaciones informáticas tales como Google Meet para gestionar las comunicaciones, Moodle como eje central de las reuniones y Google calendar para organizar las tutorías, lo que ha resultado en una enorme ganancia de tiempo, flexibilidad y aumento de la matrícula.

Palabras clave: Moodle, semi-presencial, TICs, Webex, YouTube

1. INTRODUCCIÓN

El Máster en Gestión integrada de la Calidad, la Prevención de Riesgos Laborales y el Medio Ambiente se imparte, como título propio, en la Universitat Jaume I desde hace dieciséis ediciones. Si bien se trata de un master semi-presencial, la tutorización y defensa de los TFM siempre se había hecho de forma presencial: tras una primera reunión del responsable del TFM con todos los alumnos, en la que se explicaba el alcance, la estructura, las fechas más importantes (entregas parciales y final y fecha de defensa), el índice y la forma de citar la bibliografía, se indicaba a los alumnos que propusiesen un tema a través del correo electrónico.

Una vez aceptado el tema o modificado de acuerdo con el alumno se le proponía tutor definitivo. A partir de ese momento, el alumno tenía, al menos, tres reuniones con su tutor: la primera para perfilar y delimitar el tema elegido y recomendarle bibliografía; la segunda para que el alumno presentase una primera versión del TFM, que era revisada conjuntamente con el tutor y en la que se le proponían las modificaciones pertinentes o se le solicitaban al alumno las correspondientes modificaciones y la tercera reunión, en la que el alumno entregaba el trabajo finalizado y en la que el tutor le proponía las modificaciones finales, básicamente de estilo y presentación. Estas reuniones tenían lugar de forma presencial, habitualmente en el despacho del profesor y en su horario de tutorías. El uso del correo electrónico se restringía en la práctica para acordar con el profesor el horario de las reuniones, dentro del horario de tutorías. Un último envío, el de la presentación (tipo PowerPoint), se realizaba por correo electrónico y el profesor contestaba con sus comentarios. También se disponía del apoyo de un Aula Virtual (Moodle, recuperado el 10 de junio de 2021 desde <https://aulavirtual.uji.es/my/>) que servía únicamente como “almacén” de instrucciones y documentos. Finalmente, el TFM se exponía, de forma presencial, ante un tribunal.

La situación de pandemia que vivimos y el confinamiento que tuvo lugar el curso pasado nos obligó a implantar un verdadero sistema de tutorización a distancia, que fuese efectivo y que mantuviese el contacto docente/discente.

Otros autores (Pedraza et al., 2013) ponen de manifiesto como las TICs facilitan la comunicación entre el profesorado tutor y su alumnado al favorecer los flujos de información y la colaboración. De este modo, por ejemplo, un alumno puede plantear dudas y consultar con su tutor desde cualquier lugar y en cualquier momento (Artola, 2012). Esto se puede hacer simplemente utilizando el correo electrónico, pero plantea el problema de la falta de sincronidad y los consiguientes retrasos y malentendidos.

Faura-Martínez et al. (2017) introducen como novedad el uso de los grupos de WhatsApp. El uso del WhatsApp facilita el intercambio rápido e instantáneo mediante texto, imágenes o videos, de lo que va sucediendo a lo largo de las situaciones. Sirve de gran ayuda, ya que permite realizar el seguimiento, así como compartir ideas y sugerencias de mejora sobre las tareas que se han de realizar, pero, aunque mejora la inmediatez, no deja de ser una tecnología muy similar al correo electrónico. Verdú et al. (2017) también crean un grupo de WhatsApp, en el que se incluyen a todos los involucrados ese curso académico, para un seguimiento similar.

Nosotros, y después de estudiar distintas posibilidades nos decidimos por la aplicación Google Meet (Google, recuperado el 02 de junio de 2021, desde <https://meet.google.com/>) para las videoconferencias, apoyado con Prezi (Prezi, recuperado el 02 de junio de 2021 desde <https://prezi.com/es/>), Doodly (recuperado el 02 de junio de 2021 desde <https://www.doodly.com/es/members/>), un Aula Virtual (AV) muy potenciada (recuperado el 10 de junio de 2021 desde <https://aulavirtual.uji.es/my/>) y un canal de YouTube (recuperado el 10 de junio de 2021 desde https://www.youtube.com/playlist?list=PLWcpghJOcYQJCE8lIXgAWNsgT_srHkimw) en el que se guardasen videoconferencias accesibles al alumnado.

La experiencia ha sido tan favorable, que nos hemos decidido a darle continuidad durante este curso, obteniendo muy buenos resultados.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

La metodología docente que más abajo explicaremos la hemos aplicado, con algunas modificaciones, en la docencia de una asignatura (*Cristaloquímica*) del Grado en Química. En este caso también ha resultado muy fructífera y ha tenido gran aceptación entre el alumnado al permitirles aprovechar mejor su tiempo, evitando desplazamientos, facilitando la mejor organización de las tutorías, reduciendo el consumo de combustible y las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

3. METODOLOGÍA

Si bien el máster se oferta al estudiantado de forma semi-presencial utilizando la aplicación Webex Meetings (Webex, recuperado el 04 de junio de 2021, <https://www.webex.com/es/video-conferencing.html>) que permite el control de asistencia de los estudiantes para verificar la exigencia de asistencia a un mínimo del 80% de las horas de clase, las tutorías del Trabajo Fin de Máster (TFM) se realizaban de forma totalmente presencial.

Actualmente, seguimos utilizando el método de las tres reuniones, pero de forma totalmente telemática.

Para ello el estudiante solamente necesita un ordenador con cámara, micrófono y altavoz (o auriculares) o un teléfono móvil. Todas las aplicaciones informáticas que utiliza el estudiantado se pueden obtener en internet y son gratuitas.

En primer lugar, a través de la aplicación Google Calendar, se cita a todos los alumnos matriculados en el TFM a una reunión por videoconferencia que tiene lugar mediante Google Meet (Google, recuperado el 04 de junio de 2021, desde <https://meet.google.com/>). Los alumnos reciben por correo electrónico el enlace a la reunión y pueden incluirlo de forma automática en su agenda.

En esta primera reunión, en la que participan todos los alumnos matriculados en el TFM, se explica el alcance, la estructura, las fechas más importantes (entregas parciales y final y fecha de defensa del TFM), la forma de elaborar el índice y la forma de citar la bibliografía.

Así mismo, también se indica a los alumnos que deben proponer un tema de TFM al coordinador del TFM, a través de una funcionalidad del AV, lo que evita la “desaparición” de correos electrónicos, tan frecuente cuando se reciben decenas de ellos al día.

En esta reunión telemática inicial se explica el funcionamiento del AV, en la que está la documentación y las fechas correspondientes a los principales hitos del TFM y que actúa como centro de coordinación de toda la información que recibe el alumno.

De forma pormenorizada se explica el sistema automatizado de citas para tutorías mediante Google Calendar (Calendar, recuperado el 04 de junio de 2021 <https://calendar.google.com/>). Este sistema segmenta el horario de las tutorías del profesor en fracciones de 30 minutos. El alumnado tiene acceso al horario de tutorías del calendario del profesorado tutor, de forma que puede elegir la franja horaria que mas le conviene, siempre que esté libre y no haya sido seleccionada por otro alumno anteriormente. Esta elección aparece en el calendario del profesorado que, esta forma, conoce con antelación en qué franjas -siempre dentro de su horario de tutorías- van a ponerse en contacto con él los alumnos. A partir de ese momento el profesor remite, a través de Google Calendar, una invitación al alumno para conectarse ese día y a esa

hora por videoconferencia mediante Google Meet (Google, recuperado el 04 de junio de 2021, desde <https://meet.google.com/>).

Por otra parte, si bien el sistema de compartir pantalla es, en muchos casos, la forma más habitual de presentar información a los alumnos en las reuniones telemáticas, esta forma aleja al profesorado del alumnado, pues las transparencias aparecen en gran tamaño en la pantalla del ordenador del alumno, pero la imagen del profesor suele aparecer en un pequeño recuadro. Esto hace que la interacción sea menor que en una clase presencial, por ello nosotros preferimos utilizar la aplicación Prezi Video (Prezi, recuperado el 10 de junio de 2021 desde <https://prezi.com/es/>). Utilizando esta aplicación podemos mantener en la misma pantalla al profesor y las transparencias, como puede verse en la Figura 1.

Esta integración favorece la apariencia de contacto visual directo del profesor con los alumnos y mejora la comunicación, rompiendo la barrera profesor – máquina (ordenador) – alumno, favoreciendo la interacción.

Uno de los problemas que algunas veces aparece cuando se imparte docencia por videoconferencia a un grupo de alumnos es el que nosotros llamamos “efecto medium”. Las consecuencias de este efecto son las continuas interrupciones del discurso del profesor para preguntar a los alumnos “si están allí y le oyen (si me oís, manifestaos)”, pues el profesor no puede saber muchas veces si la transmisión está llegando correctamente a sus alumnos: posibles cortes en la red, desenfoque de transparencias, fallos de *software*, etc.

Para evitar este problema nosotros nos conectamos a la reunión con otra cuenta, como si fuésemos un alumno más y asistimos mediante un teléfono móvil. De esta forma controlamos la calidad de la emisión y nos anticipamos a los problemas que pueden surgir.

Durante las videoconferencias el profesor y el alumno realizan el mismo trabajo que antes realizaban de manera presencial, pero sin tener que realizar desplazamientos.

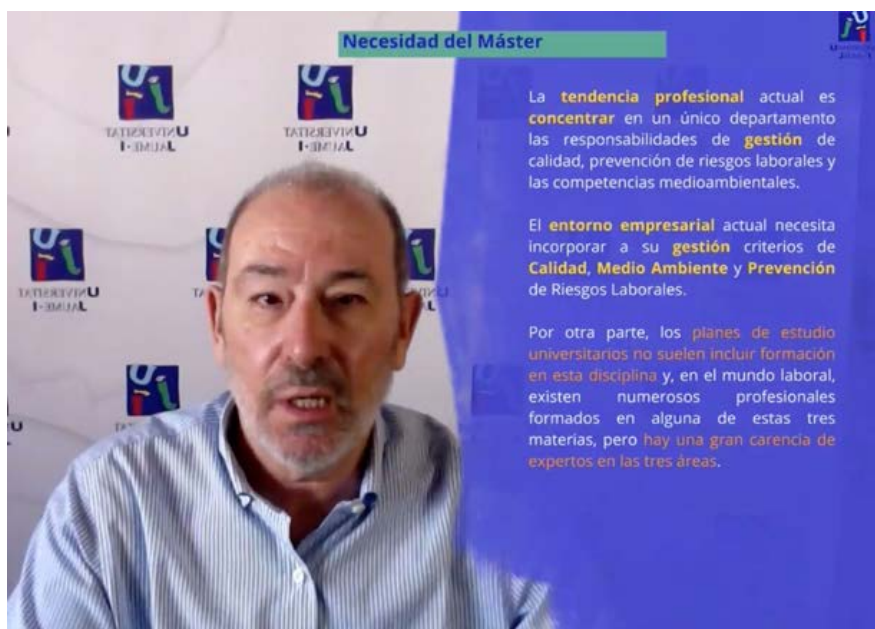


Figura 1. Imagen de videoconferencia utilizando Prezi Video y Google Meet.

En este tipo de tutorías, en las que alumno y profesor pueden hablar de la misma forma que si estuviesen en el mismo despacho, se puede compartir pantalla para ver documentación que pueda presentar cualquiera de los intervinientes en la reunión y se pueden compartir esquemas o fórmulas que se escriban en ese momento utilizando la aplicación Google Jamboard para

escribir en la pantalla del ordenador a través de una tableta electrónica tipo *Ipad* o *Wacom*. Jamboard es una pantalla inteligente que permite tener almacenadas previamente o copiar con rapidez imágenes de una búsqueda en Google, guardar el trabajo en la nube automáticamente, usar la herramienta de reconocimiento de formas y escritura a mano fácil de leer y dibujar con un *stylus*, pero borrar con el dedo igual que en una pizarra. Además, resulta sencillo presentar pantallas (*Jams* en su terminología) en tiempo real a través de Meet, lo que permite compartirlas fácilmente con los alumnos, de forma similar a como si estuviesen delante de nosotros en nuestro despacho. La app de Jamboard permite que alumnos y profesorado se unan fácilmente a proyectos creativos desde su teléfono o tableta (Jamboard, recuperado el 10 de junio de 2021 <https://edu.google.com/intl/es-419/products/jamboard/>).

En la Figura 2 podemos ver una imagen de Jamboard o *Jam* utilizada en una tutoría síncrona.

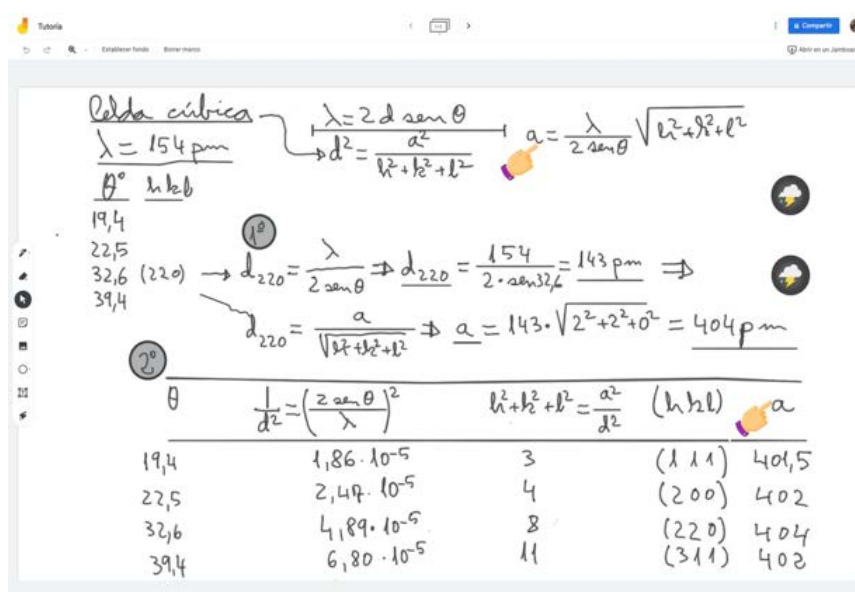


Figura 2. Imagen de Jamboard utilizada en una tutoría.

La reunión inicial del profesor responsable del TFM con el alumnado que se realiza mediante Google Meet (Google, recuperado el 04 de junio de 2021, desde <https://meet.google.com/>) es grabada y subida a un canal de YouTube propio (recuperado el 10 de junio de 2021 desde https://www.youtube.com/playlist?list=PLWcpghJOcYQJCE8lIXgAWNsgT_srHkimw). Un enlace en el AV permite a los alumnos que no hayan podido asistir a la reunión inici al o a los que no les hayan quedado claras algunas ideas, volver a “asistir” a la clase.

Esta posibilidad, según nuestra experiencia, reduce enormemente las peticiones de tutorías por parte de los alumnos y las consultas por correo electrónico. Además, permite conocer al profesor el número de visitas que han tenido los vídeos en YouTube.

4. RESULTADOS

La utilización de esta metodología a distancia ha tenido como consecuencia que el 100% de los alumnos matriculados en el TFM (12 en el curso académico 19-20) completaron el programa de tutorización del TFM, asistiendo a todas las reuniones de tutorización, frente al 83% del curso anterior.

Adicionalmente, durante el curso 20-21, un 75% de los estudiantes han solicitado tutorías de este tipo para resolver dudas, prefiriéndolas a las tutorías presenciales.

Por otra parte, la matrícula del Máster durante el presente curso académico experimentó un aumento de más del 25% y, puesto que muchas de las preguntas de los alumnos matriculados estaban relacionadas con la realización del TFM y las prácticas, nos decidimos a preguntar a los alumnos de otras comunidades por el grado de influencia que había tenido en su decisión de matricularse la posibilidad de realizar todas las tutorías de forma *on line*, lo que nos dio un porcentaje del 100% de esos alumnos.

Además, en la actualidad estamos desarrollando un método de cálculo para determinar la reducción de emisiones de dióxido de carbono como consecuencia de la utilización de las tutorías virtuales.

5. CONCLUSIONES

En nuestra opinión, y en la de nuestros estudiantes, expresadas a través de encuestas anónimas que hemos incluido en el Aula Virtual de la asignatura, obtenemos muy buenos resultados: Tanto el profesorado como el alumnado pueden mejorar la gestión de su tiempo, no hay correos electrónicos que “se pierden” o que tardan en ser contestados, pues el alumno realiza una reserva dentro del horario de tutorías y esta reserva le aparece al profesor en su calendario oficial de Google, que puede ser visto por los alumnos. El alumno, a través del Aula Virtual puede acceder al canal de YouTube del Máster y ver la clase inicial cuantas veces necesite. Además, como hemos dicho, YouTube crea un registro de las visualizaciones realizadas y permite valoraciones anónimas y comentarios.

Tratándose de un máster semi-presencial que se transmite en directo a través de la aplicación Webex Meetings, no solamente los alumnos no presenciales que se encuentran en otras provincias o en el extranjero se han beneficiado de este sistema, pues no han tenido que desplazarse, con el consiguiente ahorro de tiempo y de dinero, si no que los alumnos que asisten a clase de forma presencial han podido optimizar su tiempo realizando tutorías a distancia en los descansos de las clases presenciales, lo que antes, por evidentes motivos de tiempo de desplazamiento, resultaba imposible.

REFERENCIAS

- Artola, C (2012). Estrategias para el trabajo colaborativo en el salón de clase con el uso de la tecnología. Recuperado el 29 de julio de 2021 desde <https://es.slideshare.net/ceciartola/trabajo-colaborativo-slideshare-13090271>
- Doodly. Recuperado el 02 de junio de 2021 desde <https://www.doodly.com/es/members/>
- Faura-Martínez, U., Martín-Castejón, P. J., Lafuente-Lechuga, M. (2017) Un modelo conceptual para la realización del Trabajo Fin de Grado apoyado en el uso de las TICs RED. *Revista de Educación a Distancia*. 53. 7.
- Google Meet. Recuperado el 02 de junio de 2021, desde <https://meet.google.com/>.
- Jamboard. Recuperado el 10 de junio de 2021 <https://edu.google.com/intl/es-419/products/jamboard/>.
- Pedraza, N., Farías, G., Lavín, J., Torres, A. (2013). Las competencias docentes en TIC en las áreas de negocios y contaduría. *Perfiles Educativos*, XXXV, 139, IISUE-UNAM.
- Prezi. Recuperado el 02 de junio de 2021 desde <https://prezi.com/es/>.
- Universitat Jaume I. Aula Virtual. Recuperado el 10 de junio de 2021 desde <https://aulavirtual.uji.es/my/>.
- Abel Verdú Santana*, Rafael Millán de Larriva, Conrado Carrascosa Iruzubieta, Hitatí

Negro Quintana, Esther Sanjuán Velázquez (2017). Aprovechando las TIC para optimizar el desarrollo de los TFG: metodología y resultados en Veterinaria. V Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC Las Palmas de Gran Canaria 16-17 de noviembre de 2017

Webex Meetings (Webex, recuperado el 04 de junio de 2021, <https://www.webex.com/es/video-conferencing.html>)

YouTube. Recuperado el 10 de junio de 2021 desde https://www.youtube.com/playlist?list=PLWcpghJOcYQJCE8lIXgAWNsgT_srHkimw).

Metodología semipresencial en la docencia de la asignatura *Cristaloquímica* del Grado en Química de la Universitat Jaume I

Vicente Esteve Cano^a, Francisco Aznar Mollá^b y
Victoria Eugenia Esteve Pozo^c

estevev@uji.es ; franciscoaznar@cyc-ingenieros.com ; esteve_vicpoz@gva.es

^aDpto. de Química Inorgánica y Orgánica.

Universitat Jaume I, Ap. 224, 12071 Castelló de la Plana, España

^bCyC Coordinación y Control Ingenieros,

C/. Doctor Sanchis Sivera, 21-14, 46008 Valencia, España

^cCEIP Novenes de Calatrava, C/. Dublín, 4, 12530 Borriana, España

ABSTRACT

We present a blended methodology used for teaching a subject in the last year of the Degree in Chemistry taught at the Higher School of Technology and Experimental Sciences of our University. For its implementation, computer applications such as Google Meet have been used to manage the communications, Moodle as the central axis of the subject, Google calendar to organize the tutorials, PowerPoint, Prezi and Doodly for the presentations. This methodology has succeeded in increasing the number of inquiries about deepening and reducing the number of inquiries about basic concepts. It has also allowed quarantined or sick students to attend class (synchronously and asynchronously) and has improved teaching performance.

Keywords: Doodly, Meet, Moodle, Prezi, YouTube.

RESUMEN

Se presenta una metodología semipresencial utilizada para la docencia de una asignatura de último curso del Grado en Química impartido en la Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales de nuestra Universidad. Para su implantación se han utilizado aplicaciones informáticas tales como Google Meet para gestionar las comunicaciones, Moodle como eje central de la asignatura, Google calendar para organizar las tutorías, PowerPoint, Prezi y Doodly para las presentaciones. Esta metodología ha conseguido aumentar el número de consultas sobre profundización y disminuir el número de consultas sobre conceptos básicos. También ha permitido la asistencia a clase (de forma síncrona y asíncrona) al alumnado en cuarentena o enfermo y ha mejorado el rendimiento docente.

Palabras clave: Doodly, Meet, Moodle, Prezi, YouTube.

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura *Cristaloquímica* es una asignatura optativa de cuarto curso (segundo semestre) del grado en Química de la Universitat Jaume I. Es una asignatura que, con una duración de 6,0 créditos para los alumnos, consta de clases de teoría, clases de problemas y tutorías. La mayoría de los problemas necesitan el uso de ordenadores para ser resueltos, por lo que esta parte de la asignatura se imparte en un aula de informática utilizando software específico de libre uso.

La asignatura siempre se ha impartido de la forma tradicional de clases magistrales. Algunos autores (Pedraza et al., 2013) ponen de manifiesto cómo las TICs facilitan la comunicación entre el profesorado tutor y su alumnado al favorecer los flujos de información y la colaboración, por lo que este curso, como consecuencia de la pandemia de COVID-19, se pensó en impartir la asignatura a distancia de forma síncrona.

También Faura-Martínez et al. (2017) introducen como novedad el uso de los grupos de WhatsApp, pero, en nuestro caso, hemos ido más allá utilizando nuevas TICs en la docencia de teoría.

Por la dificultad de instalación del software en los ordenadores personales del alumnado y la dificultad de las explicaciones de los problemas a distancia, pues algunos estudiantes poseen ordenadores que funcionan bajo Windows y otros utilizan ordenadores que funcionan con el sistema operativo macOS y el software no es idéntico en ambos sistemas, se decidió impartir la asignatura de forma semipresencial: las clases de teoría y las tutorías se impartían a distancia y las clases de problemas de forma presencial, con algunos alumnos asistiendo a distancia de forma síncrona.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

La metodología docente que más abajo exponemos la hemos aplicado, con algunas modificaciones, en la docencia del Trabajo Fin de Máster del Máster en Gestión de la Calidad, la Prevención de Riesgos Laborales y el Medio Ambiente, título propio de la Universitat Jaume I. Como exponemos en otra comunicación presentada a este mismo Congreso, la experiencia también ha resultado muy fructífera y ha tenido gran aceptación entre el alumnado del Máster, al permitirles aprovechar mejor su tiempo, evitando desplazamientos, facilitando la mejor organización de las tutorías, reduciendo el consumo de combustible y las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

3. METODOLOGÍA

Distinguiremos entre la docencia de la Teoría, la de los Problemas y las Tutorías.

3.1. Docencia de Teoría

Para la asistencia *on line* (síncrona) a estas clases el estudiante solamente precisa de un ordenador con altavoz o auriculares (opcionalmente con cámara y micrófono para realizar preguntas, si bien puede realizar las preguntas a través del *chat* de la aplicación utilizada para transmitir las clases) y, evidentemente, una conexión a internet o un teléfono móvil.

Es estudiante también puede asistir de forma síncrona desde las aulas de informática de la propia Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales (ESTCE) de la Universitat Jaume I (UJI). En ese caso el estudiante solamente precisa de unos auriculares para seguir las clases.

Además, el estudiante puede seguir las clases de forma asíncrona a través de las grabaciones de estas que dispone en un canal de YouTube propio (Esteve, 2020) en el que se almacenan las videoconferencias y a las que accede el alumno a través del Aula Virtual (AV, plataforma Moodle, 2020) de la asignatura, si bien en ese caso no puede realizar preguntas en directo al profesor.

Después de estudiar distintas posibilidades nos decidimos por la aplicación Google Meet (Google, 2020) para las videoconferencias en directo, pues permite la grabación de las clases y la realización de preguntas a través del chat. La realización de preguntas a través del chat permite al profesor no responder de forma inmediata, sino al finalizar la parte de la exposición correspondiente o incluir la contestación en la misma exposición. Además, nos apoyamos con las aplicaciones Prezi (2020), Doodly (2020) y, como ya hemos dicho, un Aula Virtual muy potenciada y un canal de YouTube.

Las clases son editadas con la aplicación iMovie versión 10.2.3 (Apple, 2001-2021) para su posterior inclusión en el canal de YouTube y acceso y visionado en diferido por parte del estudiantado.

Puesto que el sistema *on line* es más impersonal –aunque hemos conseguido que sea igual de interactivo– que la clásica clase presencial, la primera clase del curso se intenta hacer de forma muy novedosa, utilizando para la presentación de la asignatura una grabación realizada con la aplicación Doodly. Este *software* utiliza dibujos y texto que va realizando una mano humana mientras una música suave y la voz en *off* del profesor, que se editan con la aplicación GarageBand versión 10.4.3 (Apple, 2004-2021), va realizando la explicación. En la Figura 1 puede verse la apariencia de una parte de la clase introductoria de la asignatura.

Para la siguiente clase también intentamos sorprender al alumno, con la idea de “engancharlo” a nuestras clases a distancia. Para ello, realizamos la presentación del primer tema utilizando la aplicación Prezi.

La aplicación Prezi va más allá de PowerPoint, permitiendo anidar unas transparencias dentro de otras y obteniéndose resultandos sorprendentes. Si se utiliza la extensión Prezi vídeo se puede acompañar la imagen del profesor junto con las transparencias en una imagen integrada, como hemos mostrado en nuestra comunicación “Metodología a distancia en el seguimiento del TFM en el Máster en Gestión Integrada de la Calidad, la Prevención de Riesgos Laborales y el Medio Ambiente de la Universitat Jaume I” presentada en este mismo Congreso (Esteve, Aznar y Esteve, 2021).

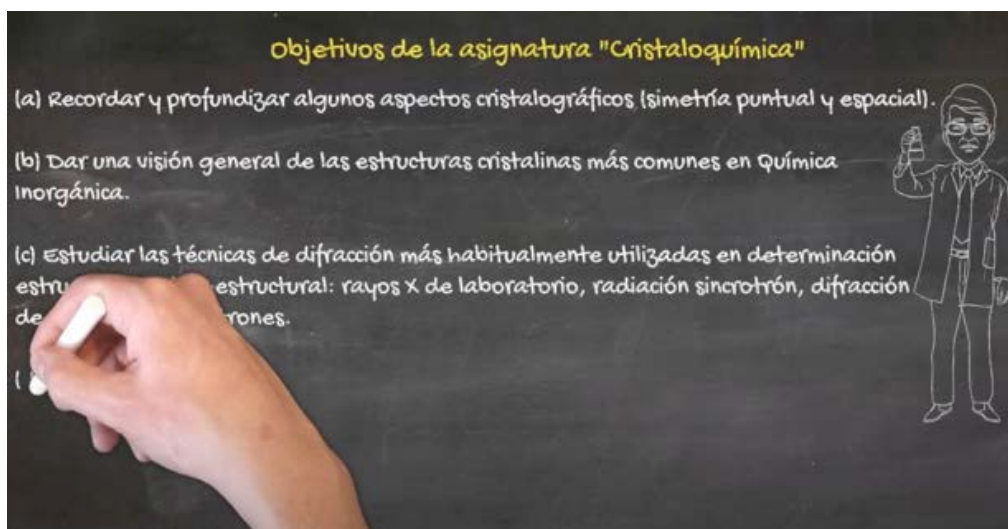


Figura 1. Imagen de la primera clase utilizando Doodly y Google Meet.

La aplicación Prezi va más allá de PowerPoint, permitiendo anidar unas transparencias dentro de otras y obteniéndose resultandos sorprendentes. Si se utiliza la extensión Prezi vídeo se puede acompañar la imagen del profesor junto con las transparencias en una imagen integrada, como hemos mostrado en nuestra comunicación “Metodología a distancia en el seguimiento del TFM en el Máster en Gestión Integrada de la Calidad, la Prevención de Riesgos Laborales y el Medio Ambiente de la Universitat Jaume I” presentada en este mismo Congreso (Esteve et al., 2021).

En la Figura 2 podemos ver el aspecto de una presentación con Prezi, que en este caso integra dos vídeos ocultos tras las imágenes.

Para las siguientes clases utilizamos PowerPoint como en años anteriores, pero transmitiendo las clases mediante Google Meet. Las clases son totalmente interactivas y permiten las preguntas del alumnado y las respuestas del profesor como en el caso anterior. Estas clases son grabadas, editadas y almacenadas en el canal de YouTube de la asignatura indicado anteriormente y al que pueden acceder los alumnos a través del Aula Virtual de ésta de la misma forma que las primeras dos clases, tal como hemos indicado anteriormente.



Figura 2. Imagen de videoconferencia utilizando Prezi y Google Meet.

Uno de los problemas que algunas veces aparece cuando se imparte docencia por video conferencia a un grupo de alumnos es el que nosotros llamamos “efecto medium”. Las consecuencias de este efecto son las continuas interrupciones del discurso del profesor para preguntar a los alumnos “si están allí y le oyen (si me oís, manifestaos)”, pues el profesor no puede saber muchas veces si la transmisión está llegando correctamente a sus alumnos: posibles cortes en la red, desenfoque de transparencias, fallos de *software*, etc.

Para evitar este problema nosotros nos conectamos a la reunión con otra cuenta, como si fuésemos un alumno más y asistimos mediante un teléfono móvil. De esta forma controlamos la calidad de la emisión y nos anticipamos a los problemas que pueden surgir.

De la aceptación que ha tenido este modelo docente da idea el que asistieran una media del 80% de los alumnos de forma síncrona (20 de 25 matriculados) y el número de visitas que han tenido las clases en el canal de YouTube: 30 visitas la clase con menos visualizaciones y 85 visitas la que más, ¡si excluimos la clase de realización de un examen modelo, que tuvo 102! visualizaciones.

3.2. Docencia de Problemas

Como ya hemos indicado, la docencia de problemas se ha realizado de forma presencial, por los motivos expuestos. No obstante, un reducido número de alumnos prefería asistir de forma síncrona, para no exponerse a contagios o para no exponer a sus compañeros.

En este caso, el profesor impartía la docencia de forma presencial, pero, a su vez, la retransmitía en directo con una cámara instalada en el aula y utilizando un micrófono y un auricular inalámbricos conectados a un teléfono móvil.

De esta forma podía atender a las preguntas del alumnado que asistía de forma telemática y a las preguntas del alumnado presencial en el aula.

Como en el caso anterior, las clases son grabadas, editadas y almacenadas en el canal de YouTube de la asignatura indicado anteriormente y al que pueden acceder los alumnos a través del Aula Virtual de ésta de la misma forma que las primeras dos clases, tal como hemos ya hemos indicado.

En este caso el número de visitas que han tenido las clases en el canal de YouTube ha oscilado entre 3 y 12 visualizaciones, hecho lógico al asistir la inmensa mayoría de los alumnos de forma presencial.

3.3. Docencia de Tutorías

Por imposición de la dirección de nuestra La docencia de tutorías se ha realizado a lo largo del curso de forma totalmente telemática. La metodología y el *software* utilizado son los mismos que se han indicado en nuestra comunicación “Metodología a distancia en el seguimiento del TFM en el Máster en Gestión Integrada de la Calidad, la Prevención de Riesgos Laborales y el Medio Ambiente de la Universitat Jaume I” presentada en este mismo Congreso (Esteve et al., 2021).

Como ya hemos indicado, la experiencia ha sido tan favorable, que nos hemos decidido a darle continuidad para el curso próximo.

En todos los casos, las aplicaciones informáticas que necesita el estudiantado para seguir las clases se pueden obtener en internet y son gratuitas.

4. RESULTADOS

La utilización de esta metodología semipresencial ha tenido como consecuencia que todos los alumnos han asistido al 100% de las clases de teoría en formato *on line*, bien de forma síncrona o de forma asíncrona, y que han podido visualizar más de una vez las clases de forma asíncrona, reduciéndose drásticamente el número de preguntas, en sesiones de tutorías, que eran consecuencia de conceptos no entendidos o mal entendidos en clase. En cuanto a las clases de problemas, el 100% de los alumnos han asistido a todas las sesiones, bien de forma presencial, bien *on line* (tanto de forma síncrona como asíncrona).

Adicionalmente, ha permitido no faltar a ninguna clase a los alumnos que se encontraban en cuarentena, lo que supone la aplicabilidad en el futuro de la metodología utilizada en las clases de problemas para aquellos alumnos que por cualquier causa no puedan asistir a clase (laborales, problemas de desplazamientos, enfermedad) sin modificar la forma presencial de las clases habitualmente impartidas en la Universidad.

En el curso anterior, el porcentaje de alumnos que faltaron a alguna de las clases fue en torno al 20%. Al no llevar el año anterior un registro exacto de la asistencia a clase se trata de un porcentaje aproximado, pero muy cercano a la realidad, al tratarse de un grupo de pequeño tamaño y que recibía evaluación continua a través de ejercicios puntuables realizados en clase.

En cuanto a las tutorías, durante el actual curso 20-21, como ya hemos avanzado, hemos podido observar un pequeño aumento de la asistencia a tutorías, pero con más preguntas de profundización en los temas y menos preguntas relacionadas con dudas sobre los conceptos básicos.

5. CONCLUSIONES

En nuestra opinión, y en la de nuestros estudiantes, expresadas a través de encuestas anónimas realizadas por la propia Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales y por nosotros, a través del Aula Virtual, obtenemos muy buenos resultados: Se mejora la gestión del tiempo, pues el alumno realiza una reserva dentro del horario de tutorías y esta reserva le aparece al profesor directamente en su agenda/calendario electrónico. El alumno, a través del Aula Virtual, puede acceder al canal de YouTube y asistir a las clases de teoría y problemas cuantas veces necesite. Además, YouTube crea un registro de las visualizaciones realizadas y permite valoraciones anónimas y comentarios. Este registro nos sirve para identificar los temas más difíciles para el alumno y replantear las sesiones correspondientes, tanto de teoría como de Problemas.

También ha permitido a los alumnos enfermos y en cuarentena asistir a las clases, lo que se puede extrapolar para cursos futuros, independientemente de si la Universidad sigue considerando o no la docencia a distancia y, finalmente, hemos observado una mejora del número de aprobados y de la calificación promedio en la asignatura respecto de los dos cursos anteriores.

REFERENCIAS

- Apple. iMovie versión 10.2.3 (2001-2021).
- Apple. GarageBand versión 10.4.3 (2004-2021).
- Aula Virtual UJI (2020). *Cristaloquímica*. <https://aulavirtual.uji.es/my/>.
- Doodly (2020). <https://www.doodly.com/es/members/>.
- V. Esteve (2020). *Cristaloquímica*. <https://www.youtube.com/watch?v=35b-wUau5yw>
- Esteve, V., Aznar, F. y Esteve, V. (2021). Metodología a distancia en el seguimiento del TFM en el Máster en Gestión Integrada de la Calidad, la Prevención de Riesgos Laborales y el Medio Ambiente de la Universitat Jaume I. *XXVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2021)*, Aceptado.
- Faura-Martínez, U., Martín-Castejón, P. J., Lafuente-Lechuga, M. (2017) Un modelo conceptual para la realización del Trabajo Fin de Grado apoyado en el uso de las TICs RED. *Revista de Educación a Distancia*. 53. 7.
- Google Meet (2020). <https://meet.google.com/>.
- Pedraza, N., Farías, G., Lavín, J., Torres, A. (2013). Las competencias docentes en TIC en las áreas de negocios y contaduría. *Perfiles Educativos*, XXXV, 139, IISUE-UNAM.
- Prezi (2020). <https://prezi.com/es/>.
- Universitat Jaume I. Aula Virtual. Recuperado el 10 de junio de 2021 desde <https://aulavirtual.uji.es/my/>.
- YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=35b-wUau5yw>.

Adaptación de prácticas de laboratorios de Electrónica y Automatización a una modalidad semipresencial

E. Tena-Sánchez, F. E. Potestad-Ordóñez, M. Valencia-Barrero,
A. J. Acosta, C. J. Jiménez-Fernández

etena@us.es , fpotestad@us.es , manolov@us.es , acojim@us.es , cjesus@us.es

Instituto de Microelectrónica de Sevilla IMSE-CNM (Universidad de Sevilla/CSIC,
c/ Américo Vespucio 28, Parque Científico y Tecnológico Cartuja, 41092, Sevilla, España)

ABSTRACT

In courses 2020 and 2021, due to the global pandemic situation, both theoretical and practical classes underwent major changes, in addition to those that will continue to be adopted next years. In this paper, we expose the problems observed in the laboratory classes, more specifically in the adequacy of electronics and automation laboratories, where the equipment and capacity were already limited and have been drastically aggravated by the problem of not being able to join two students per position. This implies dividing the group into subgroups, and to come up with new teaching models adapted to this situation.

Keywords: Laboratory classes, online adaptation, blended learning, university teaching.

RESUMEN

En el curso 20/21, debido a la situación de pandemia mundial, tanto las clases teóricas como las prácticas sufrieron importantes cambios, además de los que se seguirán adoptando en próximos años. En este trabajo se exponen los problemas observados en las clases de laboratorio, más concretamente en la adecuación de los laboratorios de electrónica y automatización, donde el equipamiento y la capacidad ya eran limitados y se han agravado drásticamente por el problema de no poder juntar dos alumnos por puesto. Esto implica dividir el grupo en subgrupos, y plantear nuevos modelos didácticos adaptados a esta situación.

Palabras clave: Prácticas de laboratorio, adaptación online, modelo semipresencial, docencia universitaria.

1. INTRODUCCIÓN

Las prácticas de laboratorio en las Escuelas Técnicas Universitarias tienen siempre como objetivo prioritario que el alumno tenga una inmersión con la realidad misma o, cuanto menos, lo más próxima posible a ella. Las Escuelas destinan una parte muy importante de sus recursos para dotar de suficientes espacios físicos, así como material de laboratorio que muchas veces

es caro y específico. Todo ello permite, pero también exige, que estas prácticas sean actividades docentes eminentemente presenciales.

En condiciones normales y aún a costa de importantes esfuerzos del personal docente, técnico y de administración y servicios, esos objetivos se suelen alcanzar en nuestras Escuelas. Sin embargo, la situación de pandemia universal que nos ha afectado tanto a tantos ha tenido un efecto prácticamente demoledor en nuestra forma clásica de desarrollar los laboratorios (Universidad de Sevilla-1, 2021). En esta comunicación, nos vamos a centrar en la exposición de los problemas observados en el planteamiento de las prácticas de laboratorio concretando nuestras actuaciones en los laboratorios de Automatización Industrial (Universidad de Sevilla-2, 2021) y Acondicionamiento y Conversión de Señales (Universidad de Sevilla-3, 2021) de la titulación del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (GIEI) de la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Sevilla (US). A pesar de la particularidad de nuestra experiencia, una buena parte de los impedimentos e inconvenientes derivados de la pandemia, así como de nuestras propuestas de solución o, al menos de reducción de problemas, son válidas en otras muchas asignaturas. Con ello queremos contribuir al enriquecimiento de la comunidad enseñante en materias técnicas universitarias.

El documento se estructura de la siguiente forma. Comenzamos en la sección 2 por la descripción del desarrollo de las prácticas de laboratorio previas a la pandemia. Continuamos en la sección 3 con la exposición de la problemática para el desarrollo de las prácticas con las medidas sanitarias actuales y las medidas y los modelos metodológicos propuestos para poder sobrellevar la situación de la forma más optimizada posible. En la sección 4 exponemos nuestras experiencias y resultados obtenidos. Finalmente, en la sección 5, discutimos las conclusiones del estudio.

2. DESARROLLO PREVIO DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

El desarrollo normal de las prácticas de laboratorio en Escuelas Técnicas Universitarias se ve afectado por diversas variables diferenciadoras, aunque también presenta rasgos comunes, por lo que es procedente establecer cómo son en nuestro caso las condiciones de funcionamiento normal. Entre las características comunes a las diferentes asignaturas y títulos podemos destacar: i) intentar unir la teoría con la realidad, ii) necesidad de material e instrumentación muy específico, difícil o imposible de tener disponible en otros ámbitos, iii) capacidad del laboratorio, iv) doble objetivo de enseñar/aprender y contribuir a la evaluación individual.

Por otro lado, las características diferenciadoras más importantes a destacar son: i) necesidad de instrumental genérico o de carácter muy específico en función de la asignatura, ii) flexibilidad en la organización y desarrollo de las clases prácticas, iii) recursos de profesorado y iv) alumnado, el cual varía en número y madurez de unas asignaturas a otras.

Consideremos, por último, dos casos realistas pero significativos de nuestras prácticas en la US. El primero corresponde a Automatización Industrial del tercer curso de GIEI, de la EPS de la US (Universidad de Sevilla-2). Se imparte de forma presencial en el segundo cuatrimestre, tiene que atender a unos 84 alumnos que están en un mismo grupo de teoría, divididos en 8 subgrupos de laboratorio cuyas sesiones, de dos horas cada una, tienen que ser obligatoriamente todas las semanas en unos horarios inflexibles. En los horarios asignados disponen de un laboratorio de tamaño medio equipado con suficiente instrumental (alrededor de 12 equipos operativos por laboratorio). El resto del tiempo los laboratorios son usados por otras asignaturas. La mayoría de alumnos es la primera vez que entran en un laboratorio de automatización, pero en condiciones normales los alumnos de tipo medio cumplen los objetivos de cada práctica en su sesión.

El segundo caso corresponde a la asignatura Acondicionamiento y Conversión de Señales del tercer curso de GIEI de la EPS de la US (Universidad de Sevilla-3). Se imparte en el segundo cuatrimestre de forma presencial a unos 70 alumnos. Hay un único grupo de teoría y 6 subgrupos de laboratorio, donde realizan sesiones de 2 horas todas las semanas. El laboratorio en el que se desarrollan las prácticas cuenta con 12 puestos totalmente equipados, si bien hay que formar parejas en función de la práctica a realizar debido a la escasez del instrumental específico que se utiliza y la imposibilidad de reponer material para completar los puestos al completo. Los alumnos en este caso son experimentados, ya que han cursado otras asignaturas donde se realizaban prácticas de electrónica.

Las consecuencias derivadas del COVID en la impartición de estas asignaturas implican: i) no es posible establecer un modelo presencial para todos los alumnos con la metodología tradicional; ii) a priori no se puede mantener el mismo programa de prácticas y la misma forma de evaluación; y iii) deben contemplarse situaciones excepcionales (p.ej., alumnos infectados, mayor tardanza en la realización de las prácticas, imposibilidad de formar grupos/parejas, compartir material, etc.).

3. PROBLEMÁTICA Y MODELO DIDÁCTICO ADAPTADO

Las medidas preventivas impuestas durante la pandemia han dado lugar a nuevas situaciones que hemos tenido que afrontar sobre la marcha (Universidad de Sevilla-1). El cumplimiento de estas normas sanitarias ha derivado en la reformulación de los modelos didácticos habituales (que van más allá de los modelos metodológicos adoptados por el docente en cada asignatura) incluyendo variaciones tanto en los contenidos, como en los fines y las evaluaciones (Porlán, 2018). Un ejemplo general del modelo metodológico que se puede aplicar a una sesión sin restricciones sanitarias se muestra en la Figura 1, donde cada docente incluye sus modificaciones para incluir diferentes actividades dentro de la sesión de prácticas.

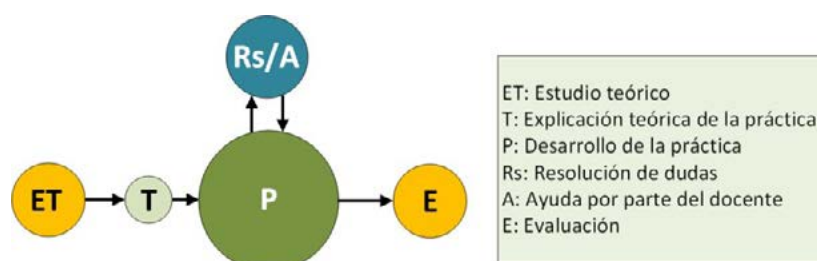


Figura 1. Modelo metodológico genérico para la realización de prácticas de laboratorio presenciales

En este artículo, nos centramos específicamente en los problemas encontrados en la adaptación de las clases de laboratorio de las asignaturas de Acondicionamiento y Conversión de Señales y Automatización Industrial del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial que se imparte en la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la US, que se presuponen 100% presenciales. En este tipo de docencia, nos encontramos con escenarios donde el contenido a desarrollar en las prácticas tiene que estar completamente sincronizado con lo visto en clases de teoría y además tener los medios adecuados en el laboratorio para poder llevarlos a la práctica (osciloscopios, fuentes de alimentación, componentes, placas, autómatas, etc.). El número de prácticas a desarrollar es limitado, por lo que el contenido se escoge de forma muy minuciosa para que sea abarcable, a la vez que atractivo y didáctico. Esto implica que el proceso de preparación de una sesión de laboratorio no sea inmediato: hay que escoger bien el contenido, plantear adecuadamente el desarrollo de la práctica y su evaluación, tener disponibles los materiales, y que a su vez encaje todo dentro de una sesión de laboratorio.

Aparte de los puntos comentados, hay que sumarle otros problemas que provienen de la aplicación de las medidas sanitarias, destacando aquellos más evidentes que son: la reducción del número de puestos de laboratorio en el aula y la imposibilidad de realizar tareas en parejas/grupos. Estos problemas implican la adaptación de los modelos didácticos, donde hay que reconsiderar los contenidos, el desarrollo de las prácticas construyendo nuevos modelos metodológicos y la forma de evaluar a los alumnos. Vamos a considerar dos escenarios reales diferentes: en el primero de ellos vamos a plantear una reducción de aforo en las sesiones de laboratorio presenciales, y en el segundo, abordaremos la situación de no contar con equipos suficientes para el desarrollo de las prácticas.

3.1. Escenario 1: No hay suficientes puestos en el laboratorio

El primero de los problemas y uno de los más críticos, es la reducción de puestos de laboratorio en las aulas (obviamente no se permiten parejas ni compartir material, por lo que cada puesto tiene que ser completo). La distancia mínima entre alumnos debe ser de 1,5 metros, por lo que se ha tenido que reducir el número de alumnos por práctica. Este escenario nos lo hemos encontrado en la asignatura de Automatización Industrial concretamente, donde tenemos 76 alumnos (algunos de los alumnos de teoría tienen las prácticas convalidadas) divididos normalmente en 6 grupos de entre 12 y 14 personas. El número de puestos en el laboratorio de automatización es de 12 en nuestro caso, pero el aforo COVID se fija en 9 alumnos máximo por sesión, por lo que perderíamos un puesto por cada fila como se muestra en la Figura 2 (donde las líneas rojas fijan la separación de puestos para mantener la distancia interpersonal de 1,5m), y necesitaríamos dividir el grupo en dos subgrupos A y B (entre 6 y 7 alumnos por subgrupo) para la realización de las prácticas. La solución a este problema sería: realizar las prácticas en semanas alternas (semana 1 subgrupo A y semana 2 subgrupo B), o mientras que realiza el subgrupo A la práctica presencial, el subgrupo B realizará la práctica (o la alternativa) de forma online (sin apoyo docente, ya que en las sesiones de laboratorio no resulta eficiente poder resolver dudas presenciales y online a la vez).

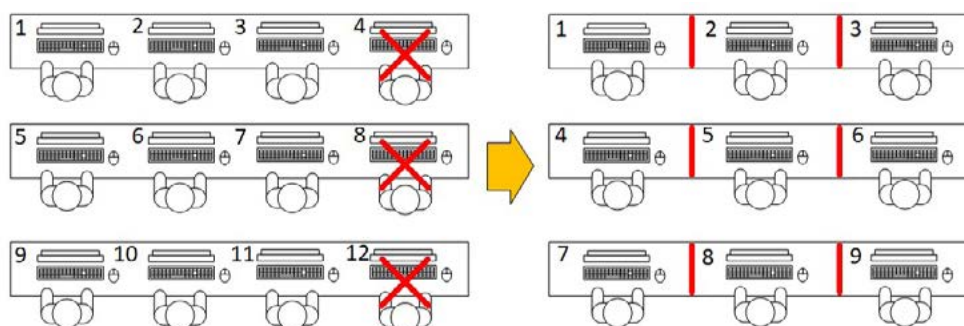


Figura 2. Adaptación de puestos por falta de distancia social

La primera solución supone reducir el número de prácticas a la mitad, lo que implica reducir el contenido didáctico inaceptable por la falta de adquisición de competencias recogidas en el proyecto docente. La segunda, fuerza al docente a preparar prácticas online, donde los alumnos sean capaces, en la medida de lo posible, de ver todo el contenido de las sesiones, pero sin los recursos de los laboratorios y apoyo docente durante la sesión. Esta solución implica poner a disposición de los alumnos el software necesario para su realización online. Ambas opciones suponen adaptar el modelo didáctico habitual a la situación actual, donde tiene que reformularse el modelo metodológico que prescindirá de actividades en grupo y compartir material de laboratorio, además del contenido y la evaluación. El modelo metodológico correspondiente

a la opción de reducir el contenido podrá mantenerse (eliminando las actividades en parejas/grupo). El modelo genérico presentado en la Figura 3-a contemplando sesiones online, es el que nosotros hemos llevado a la práctica.

3.2. Escenario 2: No hay suficientes equipos en el laboratorio

En el segundo escenario nos encontramos con suficientes puestos de laboratorio donde se cumple la distancia de seguridad para el grupo completo, pero no se tiene material fungible suficiente por puesto para el correcto desarrollo de las prácticas. Esta situación nos la hemos encontrado concretamente en la asignatura de Acondicionamiento y Conversión de Señales, donde tenemos 66 alumnos divididos en 6 grupos, contando con 12 puestos en el laboratorio. En este caso, cuando antes se podía recurrir al trabajo en grupo y compartir material cuando la práctica lo necesitase, ahora es algo inviable. Por lo que, aunque tengamos todos los puestos dotados de PCs, osciloscopios, fuentes de alimentación, etc., los componentes y placas que se tienen que utilizar para cada práctica no son suficientes en todas las sesiones.

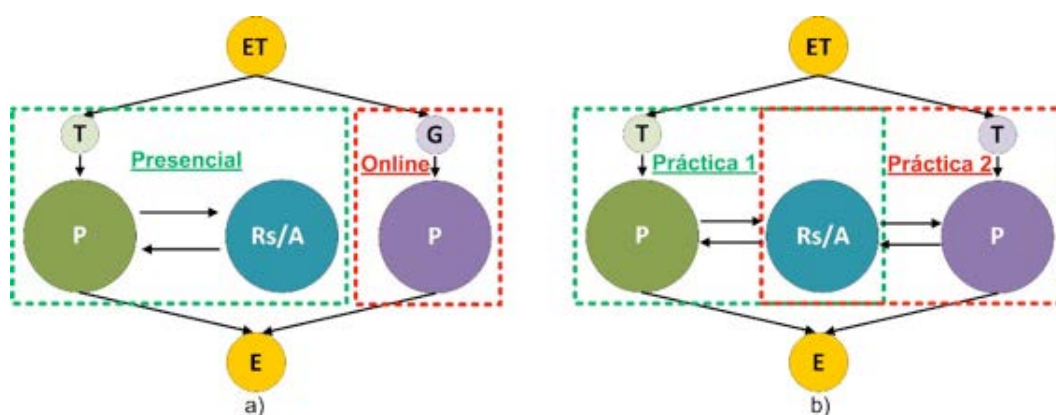


Figura 3. Modelo metodológico adaptado: a) escenario 1 y b) escenario 2. (ET: Estudio teórico, T: Teoría, G: Guion, P: Desarrollo, Rs: Resolución de dudas, A: Ayuda docente, E: Evaluación)

El material necesario para la realización de las prácticas no se puede conseguir de forma rápida o porque son montajes específicamente diseñados para la práctica.

En este caso se puede recurrir a crear subgrupos A y B, donde unos hagan la práctica online y los otros de forma presencial. Sin embargo, al tener puestos suficientes en clase para el grupo completo, una solución que no implicaría la reducción de contenido dentro de la asignatura o la generación de prácticas online alternativas, sería el impartir dos prácticas en una misma sesión. Es decir, si partíamos de prácticas que se realizaban en parejas/grupos debido al alto coste del instrumental o simplemente por la imposibilidad de tener más puestos operativos al completo, pasaríamos a dividir el grupo, donde el subgrupo A realizaría la práctica 1 y el subgrupo B la práctica 2. En la semana alterna, se rotarían las prácticas, realizando ahora el subgrupo A la práctica 2 y el subgrupo B la práctica 1 (véase la Figura 4, donde se muestra la adaptación de una sesión de laboratorio donde el verde representa la realización de la práctica 1 y el amarillo la práctica 2).

Al tomar esta opción, el contenido de la asignatura no sufrió cambios, aunque sí el modelo metodológico y las actividades asociadas, así como la evaluación. El modelo metodológico general asociado a esta alternativa se muestra en la Figura 3-b. Como principales inconvenientes tenemos que el profesor: i) tiene que temporizar y atender a la vez dos prácticas distintas, y ii) convierte la clase en una carrera de atenciones personalizadas, no debe dar en voz alta instrucciones que, servirán a la mitad, y molestarán a la otra mitad.

4. EXPERIENCIAS Y RESULTADOS

Como caso de estudio, hemos aplicado las medidas antes mencionadas en laboratorios presenciales de Automatización Industrial y Acondicionamiento y Conversión de Señales, donde teníamos en primer lugar limitaciones de aforo donde no cabía el grupo completo en el aula, y, en segundo lugar, el poder asignar un puesto independiente a cada alumno, pero no contábamos con tanto instrumental como para desarrollar esas prácticas de forma individual. En el escenario 1, optamos por no reducir contenido de la asignatura, ya que en nuestra opinión supondría un hándicap para que los alumnos lograsen alcanzar los conocimientos tras cursar

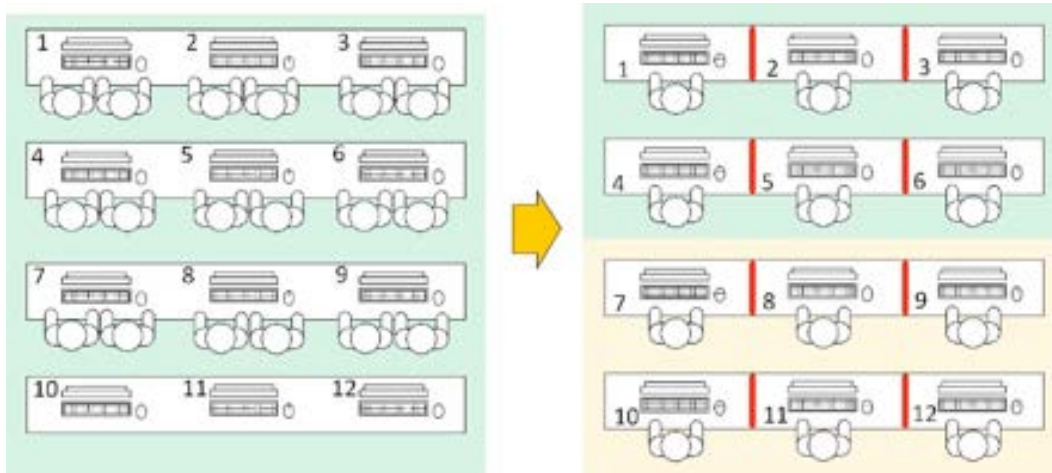


Figura 4. Adaptación de organización de prácticas por falta de material

la asignatura. Esto nos llevó a dividir el grupo en subgrupos A y B, donde el primero realiza una semana la práctica 1 de forma presencial y el segundo la práctica 2 de forma online asincrónamente, y rotando la siguiente semana. Esto nos obligó a hacer que la práctica 2 no dependiera de los conocimientos adquiridos en la práctica 1. Además, el preparar las prácticas de forma online no es inmediato, ya que, tuvimos que proporcionarles máquinas virtuales donde tuvieran los programas/simuladores que utilizan en las sesiones presenciales. Uno de los problemas de esta opción es el poder proporcionarles a los alumnos acceso a herramientas que no son de libre distribución. Además, hemos podido detectar que los alumnos es la primera vez que se enfrentaban tanto al uso de máquinas virtuales como el manejo del software específico. Esto implicó proporcionarles a los estudiantes los tutoriales para su instalación y correcto uso, lo que supuso un aumento de las solicitudes de horas de tutorías para resolver numerosos incidentes de instalación, así como el aumento muy significativo del tiempo invertido en la preparación de las prácticas (grabación de videotutoriales, adaptación de memoria de prácticas para entorno online para desarrollar de forma autónoma...). Destacar que los resultados obtenidos de la aplicación de las sesiones online no han alcanzado nuestras expectativas, ya que los alumnos no se sentían lo suficientemente motivados pudiendo deberse a la falta de la figura del docente que incentivara su participación en la sesión. La percepción del profesorado tras aplicar esta modalidad de prácticas es que los alumnos aprovechaban y afianzaban los conocimientos más adecuadamente en las sesiones presenciales.

En el escenario 2, optamos por impartir simultáneamente dos prácticas por sesión. Esto, implica que no se requieran los conocimientos de la primera para realizar la segunda. En este caso, llevar a cabo el modelo metodológico planteado en la Figura 4 es bastante complejo. Hay que resolver una gran variedad de dudas referentes a prácticas diferentes, con lo que el tiempo del profesor para resolver todas las dudas se ve significativamente afectado. Una de las técnicas

que agilizó la resolución de dudas en este caso es el uso de diapositivas con la solución a los errores más comunes, ya que potencialmente todos los alumnos suelen cometerlos y se pueden resolver dudas de varios alumnos a la vez. Por otra parte, el realizar intro-

ducciones teóricas a dos prácticas diferentes, hacía que la mitad de los alumnos “perdieran” tiempo durante la otra explicación, lo que resultaba en una reducción de tiempo dedicado a la realización de la práctica.

5. CONCLUSIONES

El cambio repentino en el método de enseñanza impuesto por la situación sanitaria actual ha afectado de manera muy notable la forma en la que se concebían los laboratorios. Las limitaciones de aforo, por el hecho de mantener la distancia social o la imposibilidad de compartir materiales de laboratorio, ha supuesto adaptar el modelo didáctico que se venía utilizando, donde tanto el contenido, como el modelo metodológico y las evaluaciones han tenido que ser modificados. Hemos descrito dos escenarios como solución a nuestras clases de laboratorio en las asignaturas de Automatización Industrial y Acondicionamiento y Conversión de Señales, que han sido la adaptación de sesiones online complementarias a las sesiones presenciales, y la adaptación de las prácticas para realizar dos diferentes en una misma sesión. Por un lado, el crear sesiones online ha supuesto la planificación de nuevas prácticas que se pudieran desarrollar de forma autónoma sin supervisión del docente en tiempo real, además de proporcionarles a los alumnos las herramientas necesarias para su utilización en casa. Por otro lado, la adaptación para impartir dos prácticas en la misma sesión hace que el docente no pueda realizar explicaciones generales. Estas propuestas han derivado en la imposibilidad de aplicar la metodología anterior, haciendo mucho más compleja la labor del docente y obligando a replantear todo el sistema y que por parte de los alumnos no puedan tener acceso a todos los materiales, impidiéndoles beneficiarse de la ayuda del docente en algunos casos y del trabajo en equipo en la mayoría de situaciones. Sin embargo, una parte muy positiva de toda esta situación y del estudio y aplicación de estos nuevos métodos es que se ha potenciado el uso de otros recursos, como son los simuladores, que podrán seguir utilizándose en el futuro, además de los que ya existían, para que cuando se vaya recuperando poco a poco la normalidad, permitan potenciar y mejorar las prácticas de laboratorio.

AGRADECIMIENTOS

Ayudas a Consolidación de Grupos de la Junta de Andalucía, incentivo al Grupo de Investigación TIC-180, referencia: 2021/TIC-180.

REFERENCIAS

Porlán R., (2018), *Enseñanza Universitaria: Cómo mejorarla*. Ediciones Morata.

Universidad de Sevilla-1. *Criterios académicos para la adaptación de las titulaciones oficiales de la US a las exigencias sanitarias causadas por la COVID19 durante el curso académico 2020-2021*. Accesible en la dirección: <https://www.us.es/sites/default/files/comunicacion/coronavirus/Criterios-academicos-US-curso-20-21.pdf> (accedido en junio de 2021).

Universidad de Sevilla-2. *Programa de la asignatura Automatización Industrial*. Accesible: <https://sevius4.us.es/index.php?PyP=LISTA&proyecto=2010027/2020-21/1103648/1> (accedido en junio de 2021).

Universidad de Sevilla-3. *Programa de la asignatura Acondicionamiento y Conversión de Señales*. Accesible en la dirección: <https://sevius4.us.es/index.php?PyP=LISTA&proyecto=2010026/202021/1103647/1> (accedido en junio de 2021).

**INNOVACIÓN EN LOS TRABAJOS
FIN DE ESTUDIOS (TFE).
GRADOS Y MÁSTERES**

Evolución hacia nuevas modalidades de TFG en Ingeniería: Grado de Ingeniería Civil

J. Arias-Trujillo^a y R. Porras-Soriano^b

jariastr@unex.es ; Rocio.Porras@uclm.es

^aDpto de Construcción (Univ. de Extremadura, Escuela Politécnica, Av. de la Universidad, S/N, 10003, Cáceres, España)

^bDpto Mecánica Aplicada e Ingeniería de Proyectos (Univ. de Castilla La Mancha, Escuela de Caminos, Canales y Puertos, Edificio Politécnico, Av. Camilo José Cela, s/n, 13071, Ciudad Real, España)

ABSTRACT

In most of the Spanish universities, the previous Bachelor's degrees, named "Ingeniero Técnico de Obras Públicas" and "Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos", have turned into the current Civil Engineering degree. In both cases, professional competencies had been established by legislation, and also a Final Project was the last subject in the corresponding study programs. This has implied an advantage along the process towards EEES but also have significantly influenced the current form of Bachelor Final Project (BFP). As a result, in the common practice, BFP is a slight modification of the previous final project, since the intrinsic practical approach of this profession has kept them almost invariable. However, nowadays the trend is aimed to include and encourage other alternatives or modalities of BFP apart from the traditional ones. This study shows the particularities of this degree and analyses the emerging modalities of BFP, highlighting the main factors that may affect them. The results obtained for the particular case of Civil Engineering Degree at Polytechnic School of Cáceres are discussed.

Keywords: New modalities, Bachelors' Final Projects, Civil Engineering, Accredited Profession

RESUMEN

En muchas universidades españolas, el grado de Ingeniería Civil ha resultado de la transformación de las antiguas titulaciones de Ingeniero Técnico en Obras Públicas y de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Ambas titulaciones con competencias profesionales reguladas en España y que ya contaban con un Proyecto Fin de Carrera (PFC) como última asignatura de la titulación. Esto ha supuesto una ventaja en la adaptación al EEES, pero ha marcado significativamente los actuales trabajos fin de grado (TFG), que han resultado de la transformación casi directa de los PFC, lo cual unido al carácter eminente práctico de la profesión los ha mantenido casi invariables. Sin embargo, actualmente se están desarrollando otras modalidades de TFG distintas de las tradicionales. Se presenta una revisión de las particularidades de esta

titulación y se analizan las nuevas modalidades de TFG, así como los principales factores que pueden condicionarlas. Se presentan los resultados obtenidos para el caso de estudio analizado correspondiente a los grados de Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica de Cáceres.

Palabras clave: Nuevas modalidades, Trabajo Fin de Grado, Ingeniería Civil, Profesión Habilitante

1. INTRODUCCIÓN

Con la adaptación de las titulaciones tradicionales al grado, todas las titulaciones cuentan con una asignatura final denominada “Trabajo Fin de Grado” (TFG). El TFG se presenta como una oportunidad para que el alumnado, al final de su proceso de formación, vuelque y demuestre su capacitación como profesional. El Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, en el capítulo referido a las enseñanzas oficiales de Grado recoge que: *“Estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa de un trabajo fin de Grado”*, añadiendo además que: *“El trabajo de fin de Grado tendrá entre 6 y 30 créditos, deberá realizarse en la fase final del plan de estudios y estar orientado a la evaluación de competencias asociadas al título”*. En cuanto a la organización y desarrollo de los TFG se pueden encontrar multitud de variantes entre las distintas escuelas, especialmente en los procedimientos para la elección de tema, asignación de tutor, defensa, evaluación de los TFG etc. (Hernandez-Leo et al., 2013; Millán Muñoz et al., 2010).

La implantación de los TFG ha supuesto para muchas titulaciones una situación novedosa, desde la conceptualización hasta la organización y evaluación del mismo. La casuística es casi tan amplia como titulaciones, e incluso difiere entre Universidades (Rekalde Rodríguez, 2011). En contraposición con la situación anterior, para las titulaciones vinculadas con las ramas técnicas, la implantación de los TFG no ha supuesto tal revolución. Esto se debe a que, en los antiguos planes de estudios, previos a Bolonia, ya contaban con la asignatura denominada “Proyecto Fin de Carrera” (PFC). Estos consistían básicamente en la realización de un proyecto dentro del ámbito de trabajo de la ingeniería, el cual, a pesar de que se desarrollaba dentro de un entorno académico, se asemejaba lo máximo posible a un proyecto de carácter profesional o real. Con este precedente, ha sido práctica habitual en la mayoría de las ingenierías equipar o asemejar los nuevos TFG a los antiguos PFC (Rekalde Rodríguez, 2011).

Para analizar las características y particularidades de los TFG en el grado de Ingeniería Civil, se presentan, los elementos más relevantes y singulares de la profesión. En cuanto a la planificación de las enseñanzas, el grado de Ingeniería Civil habilita para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas, la cual tiene competencias profesionales reguladas (orden CIN/307/2009), es por tanto un grado habilitante. Junto con la profesión de ITOP, en el ámbito de la Ingeniería Civil se encuentra también la profesión del Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (ICCP), a la cual se accede actualmente a través de un master habilitante. Según la orden CIN/307/2009, la planificación de las enseñanzas tiene una duración total de 240 créditos ECTS, organizados en 4 cursos, donde 12 ECTS están reservados al TFG, obligatorio en todos los casos. Por otra parte, en la mayoría de las escuelas españolas, esta titulación mantiene una estrecha relación con el mercado laboral (colaboraciones, jornadas, visitas a obras etc.) que se formaliza también a través de las prácticas en empresas.

2. CARACTERÍSTICAS DEL TFG EN EL GRADO DE INGENIERÍA CIVIL

Al ser un grado habilitante está regulado por la orden CIN/307/2009 que en lo referente al TFG lo define como: *“Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un*

tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería Civil de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.”. Además, cada centro especifica una serie de condiciones para la elaboración y defensa de los TFG. A continuación se recogen varios extractos destacados de los reglamentos de TFG del grado de Ingeniería Civil en algunas de las 25 escuelas españolas. Estos reglamentos condicionan significativamente las opciones de TFG de cada centro.

“...trabajo personal que refleje las competencias adquiridas por el estudiante y en el ámbito de la tecnología específica de la mención o menciones en las que esté matriculado (...) consistirá en la redacción de un Proyecto de Construcción y será un trabajo individual (...) Se podrán desarrollar proyectos colaborativos con estudiantes del mismo u otros grados, siempre y cuando, queden patentes las tareas individuales...” (E.T.S.I.C.C.P Granada, 2018)

“... ejercicio original que se realiza individualmente y se presenta y defiende ante un tribunal universitario. Consiste en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería Civil, tiene carácter profesional y sintetiza e integra las competencias adquiridas” (E.T.S.I.C.C.P Barcelona, 2017)

“La realización del trabajo final de grado deberá evidenciar que el alumno integra la totalidad de los conocimientos adquiridos, siendo capaz de elaborar de manera autónoma un proyecto constructivo de una obra civil” (E.T.S.I.C.C.P Ciudad Real, 2021)

A diferencia de los tres casos anteriores que corresponden a escuelas de Caminos, Canales y Puertos exclusivamente, se pueden observar variante en las definiciones de los TFG en los reglamentos de las Escuelas Politécnicas, las cuales aglutinan varias ingenierías.

“... trabajo original e individual, eminentemente práctico, donde se aplican los conocimientos adquiridos por el estudiante durante el desarrollo de su formación académica en la correspondiente titulación; con un carácter integrador y de síntesis (...) consistirán en Trabajos de Ingeniería y otros trabajos de naturaleza profesional en el ámbito de la titulación (Proyectos técnicos profesionales), así como trabajos experimentales, teóricos, numéricos, computacionales, de investigación o de cualquier otro tipo (...). Los TFG podrán desarrollarse bien en la propia Escuela Politécnica, o bien en centros externos a ésta ...” (Escuela Politécnica de Cáceres, 2017)

“... será un trabajo original, autónomo y personal cuya elaboración podrá ser individual o coordinado (...) debe ser un ejercicio original consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la titulación, podrá ser profesional/investigador acorde con el plan de estudios de la titulación.” (Escuela Politécnica de Alicante, 2014)

En base a las definiciones anteriores se pueden señalar varias particularidades de los TFG. En el caso de la Escuela Politécnica de la Cáceres se recogen explícitamente diferentes modalidades de TFG alternativas a los proyectos técnicos profesionales, y la posibilidad de que se desarrollen fuera de la escuela. En el caso de la Escuela Politécnica Superior de Alicante se destacan dos elementos novedosos, la posibilidad de que los TFG sean coordinados entre varios alumnos y los proyectos de investigación. Comparando las definiciones entre escuelas politécnicas y escuelas de caminos, se puede observar que el reglamento de las primeras es mucho más generalista. Este hecho puede fomentar cambios en las tipologías tradicionales de los TFG de Ingeniería Civil. Por el contrario, en el caso de las escuelas exclusivamente de caminos, es más notable la herencia acumulada de los antiguos planes de estudio (PFC) hacia los proyectos constructivos, dificultando más las variaciones en materia de TFG.

A la vista de las definiciones recogidas por los distintos reglamentos de TFG de varias escuelas españolas, así como por la definición incluida en la orden CIN/307/2009, todos los TFG presentan las siguientes cinco características: trabajo original, individual, integrador de los conocimientos y competencias adquiridos durante el grado, de carácter eminentemente

profesional, tanto en forma como en contenido, y debe ser defendido ante un tribunal. Todas estas características no suponen ninguna novedad respecto a los PFC.

3. NUEVAS TIPOLOGÍAS DE TFG EN EL GRADO DE INGENIERÍA CIVIL

En la gran mayoría de grados en Ingeniería Civil la tipología de TFG más extendida es la de proyecto constructivo, similar a los antiguos PFC. Sin embargo, a medida que se va consolidando la experiencia en la elaboración de TFG, se ha podido observar una evolución significativa en la tipología de TFG. En la figura 1 se listan las diferentes tipologías identificadas.



Figura 1. Principales modalidades más recientes de TFG en el grado de Ingeniería Civil

- a) **Proyecto Constructivo:** tipología más extendida (antiguos PFC). Proyectos donde se desarrolla la ejecución material de una obra de ingeniería civil. La estructura está claramente definida, ajustándose a la de un proyecto real (Memoria y Anejos, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Presupuestos).
- b) **Estudios de alternativas y análisis multicriterio:** proyecto donde se definen distintas alternativas para un problema de gran complejidad, analizando y cuantificando las ventajas e inconvenientes de cada una. Finalmente se elige la más adecuada atendiendo a los criterios más relevantes en cada caso (análisis multicriterio) de forma justificada. Estos proyectos pueden contener planos y presupuestos o memorias valoradas.
- c) **Informes Técnicos:** documentos donde se analiza minuciosamente un problema y se redacta una solución sustentada en los métodos estándar de cálculo. La estructura y alcance de cada trabajo es variable. Las limitaciones son el acceso a los datos (geométricos, caracterización de los materiales y datos de explotación de la infraestructura etc). Son muy frecuentes en la práctica profesional donde se recurre a laboratorios comerciales, levantamientos topográficos, sistemas de auscultación etc, lo cual no es asumible en un trabajo académico.
- d) **Trabajos experimentales de campo o laboratorio:** desarrollado en un laboratorio docente, en plantas piloto o con modelos a escala reducida para caracterizar un problema real. Tras la campaña experimental, se elabora un informe técnico, junto con planos y presupuestos según el caso. La principal limitación es la disponibilidad de los laboratorios y equipos de ensayos (compaginar con otros usos docentes e investigador), coste de los materiales a ensayar, consumibles de laboratorio y supervisión por un profesor o técnico de laboratorio. En el caso de los trabajos experimentales de campo, las limitaciones son las autorizaciones para utilizar equipos fuera del centro, gastos de desplazamientos, seguros escolares etc.
- e) **Estudios numéricos:** simulaciones por ordenador y estudios de carácter numérico para el diseño y cálculo de obras nuevas, analizar fallos o alternativas de intervención. Las limitaciones de esta modalidad son por una parte la disponibilidad de las licencias de los softwares

de cálculo (a veces son programas muy específicos sin licencia educativa), y por otra, normalmente requieren una etapa de formación previa sobre el manejo del software.

- f) **Estudios de revisión:** trabajos basados en la revisión documental relativa a un tema, desde metodologías de cálculo hasta inventarios sobre infraestructuras existentes o patrimonio, por lo que su extensión puede ser variable. Suelen contener información gráfica (planos y croquis) y memorias valoradas sobre alternativas de conservación, restauración, explotación etc. El acceso a la información es un factor altamente limitante en esta modalidad.
- g) **Trabajos de investigación:** esta modalidad es la más próxima a la I+D+i en el sector de la construcción. En las escuelas politécnicas es más fácil que se creen sinergias entre áreas de conocimiento para constituir esta modalidad. Esta modalidad es poco frecuente, pues suele ser rechazada por los estudiantes puesto que la investigación no se trata suficientemente a nivel de grado. Otras limitaciones son: disponibilidad de equipos y laboratorios, costes, accesibilidad a datos, conocimientos específicos, etc.
- h) **Otros:** TFG planteados a partir de las prácticas curriculares; TFG derivados de las prácticas de asignaturas avanzadas (4º curso); Diseñar y construir un prototipo; TFG paraproblemas reales planteados por entidades externas a la universidad como asociaciones o ONGs como por ejemplo los proyectos para la cooperación y el desarrollo.

3.1. Caso de Estudio: Escuela Politécnica de Cáceres (UEX)

Se analiza el caso de los grados de Ingeniería Civil que se imparten en la Escuela Politécnica de Cáceres (UEX), de los cuales se disponen de los registros completos de TFG defendidos entre el año 2016 y 2020 (Escuela Politécnica de Cáceres, 2021). Este centro es representativo de la evolución descrita hacia nuevas modalidades de TFG. En la figura 2 se muestran los % TFG defendidos para cada una de las modalidades identificadas. La tipología de “Proyecto Constructivo” es significativamente la más empleada (60.32%), mientras que tipologías como “Informes Técnicos”, “Estudios de Alternativas y Análisis Multicriterio”, “Trabajos de Investigación” y “Estudios Numéricos” presentan un valor alrededor del 7% o superior.

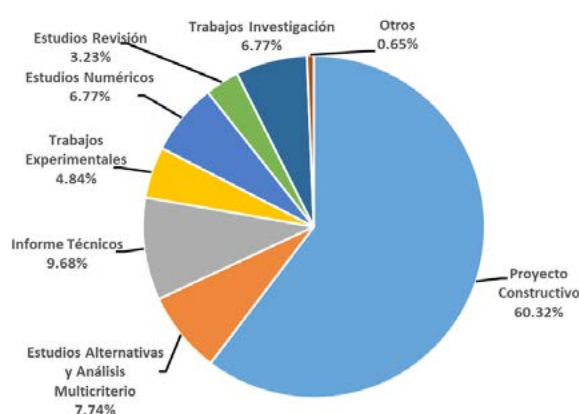


Figura 2. Porcentaje de TFG desarrollados por modalidad entre 2016 y 2020, grados de Ingeniería Civil - Escuela Politécnica de Cáceres (UEX)

En la figura 3 se compara el %TFG de la modalidad “Proyecto Constructivo” frente al % acumulado de todas las restantes modalidades (“Nuevas Modalidades”). Se puede observar que los tradicionales “Proyectos Constructivos” predominan frente a las “Nuevas Modalidades” de forma variable en el tiempo, destacando el año 2018 donde ambos presentan valores similares

(51,7% frente 48,3%), en contraposición al año 2019 donde se observa la mayor diferencia entre ambos (68,9% frente 31,1%). A pesar de esta variabilidad temporal, se debe destacar que en todos los años del registro, el %TFG realizados en alguna de las nuevas modalidades es superior al 30%, llegando en ocasiones a situarse próximo al 50%. Este dato es significativo de la tendencia observada hacia nuevas modalidades de TFG en detrimento de la tradicional, la constructiva.

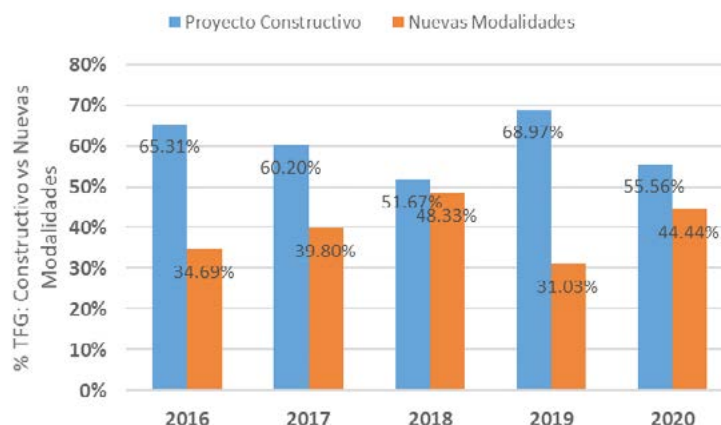


Figura 3. Comparación entre % TFG en “Proyecto Constructivo” frente al resto de modalidades “Nuevas Modalidades” entre 2016 y 2020, grados de Ingeniería Civil - Escuela Politécnica de Cáceres (UEX)

4. PRINCIPALES DIFICULTADES EN LA IMPLANTACIÓN DE NUEVAS TIPOLOGÍAS DE TFG

A continuación se enumeran las principales dificultades identificadas habitualmente en la implantación de alguna de las nuevas modalidades de TFG señaladas:

- Extensión de los TFG que deben ajustarse a la carga lectiva asignada en su plan de estudios (12 ECTS).
- Normalmente, los alumnos son reacios a desarrollar TFG distintos a los tradicionales proyectos constructivos. Por una parte porque quieren finalizar sus estudios lo antes posible y por otra, porque para las nuevas modalidades de TFG probablemente carecerán de otros TFG de referencia o de una estructura clara y acotada de las partes del trabajo.
- La tutorización de los TFG, en cualquier modalidad, no está suficientemente reconocido en la carga docente de los profesores, lo cual se agrava para las nuevas modalidades que pueden demandar una mayor tutorización e inversión de tiempo.
- La evaluación de los TFG es un aspecto que aún requiere de revisión y consenso. La evaluación de TFG de distinta naturaleza es compleja y puede variar sensiblemente entre tribunales. Esta circunstancia puede generar agravios comparativos entre alumnos que acaben mermando su interés y el de los tutores por introducir innovaciones en los TFG.

5. CONCLUSIONES

Los tradicionales proyectos constructivos siguen siendo la modalidad de TFG más desarrollado en la actualidad. El hecho de que las titulaciones precedentes al grado de Ingeniería Civil ya contarán con un PFC y la orden CIN/307/2009 (grado habilitante) no han favorecido la implantación de nuevas modalidades de TFG en esta titulación. Sin embargo, esta tendencia se está revirtiendo gracias a la aparición de otras modalidades de TFG. Además, en las escuelas

politécnicas, la normativa de TFG resulta más flexible para dar cabida a las particularidades de las distintas ingenierías y este hecho favorece esta transformación.

Se han descrito las modalidades de TFG identificadas en la práctica habitual, destancando las limitaciones en cada caso. Entre las nuevas modalidades destacan los “Informes Técnicos”, los “Estudios de Alternativas y Análisis Multicriterio” y los “Trabajos de Investigación”.

Los factores que afectan a la implantación de nuevas alternativas son la gran disparidad en la extensión de los trabajos, la escasa predisposición de los alumnos a los cambios, la limitación de disponibilidad de tiempo de los tutores o la incertidumbre en el proceso de evaluación. En cuanto a las limitaciones para cada modalidad de TFG destacan acceso o disponibilidad de datos, disponibilidad de equipos, laboratorios y de personal, o licencias de softwares, que generalmente implican un cierto coste que no es asumible para un TFG.

REFERENCIAS

- CIN/307/2009. (2009). Orden CIN/307/2009, 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 de Obras Públicas. BOE-A-2009-2736. (Ministerio de Ciencia e Innovación, Ed.)
- E.T.S.I.C.C.P de Barcelona. (2017). Obtenido de <https://camins.upc.edu/es/estudios/grado/GIC/tfg>
- E.T.S.I.C.C.P de Granada. (2018). Obtenido de https://grados.ugr.es/civil/pages/trabajo-fin-de-grado/mod_reglamentotfg_aprobadoje_110918
- E.T.S.I.C.C.P. de Ciudad Real. (2021). Obtenido de <https://www.caminosciudadreal.uclm.es/wp-content/uploads/2020/09/guia-docente-2021grado.pdf>
- Escuela Politécnica de Cáceres. (2017). Obtenido de <https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/epcc/informacion-academica/tf-estudios/tfeg/normativa>
- Escuela Politécnica de Cáceres. (2021). Obtenido de <https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/epcc/informacion-academica/tf-estudios/tfeg>
- Escuela Politécnica de Alicante. (2014). Obtenido de <https://eps.ua.es/es/normativa-organos/documentos/reglamento-regulacion-tfg-tfm-30-10-2014.pdf>
- Hernandez-Leo, D., Moreno Oliver, V., Camps, I., Clarisó, R., Martínez Monés, A., Galindo, M. J., & Melero, J. (2013). Implementación de buenas prácticas en los Trabajos Fin de Grado. REDU. Revista de Docencia Universitaria, 11, 269-278. doi:<http://dx.doi.org/10.4995/redu.2013.5556>
- Millán Muñoz, M. A., & Medina Villaverde, J. M. (2010). Nuevo enfoque multidisciplinar en el proyecto final de carrera en ingeniería civil. Experiencia en la UEM. Revista de Docencia Universitaria, 8(2), 117-128.
- Rekalde Rodríguez, I. (2011). ¿Cómo afrontar el trabajo fin de grado? Un problema o una oportunidad para culminar con el desarrollo de las competencias / How deal the grade work? A problem or an opportunity to complete the development of skills. Revista Complutense de Educación, 22(2), 179-193.

Herramientas BIM para la coordinación y desarrollo del TFG

Juan Luis Martínez Vicente^a, Javier Pereiro Barceló^b, Vicente Plaza González^c, Miguel Ángel Caminero Torija^a y Juan José López Cela^a

Juanluis.martinez@uclm.es

^aDepartamento de Mecánica Aplicada e Ingeniería de Proyectos (Universidad de Castilla-La Mancha, 13071, Ciudad Real, España) ^bDepartamento de Ingeniería Civil (Universidad de Alicante, Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, 03690, Alicante, España) ^cCYPE Ingenieros S.A. (03003, Alicante, España)

ABSTRACT

The complexity of the construction industry, the number of professional profiles and the relationships between them has experienced a progressive increase in recent years. At the same time, an interconnected society has demanded alternatives that link people and technology through new work methodologies. The multidisciplinary solution called Building Information Modeling (BIM) allows the management of construction projects through a virtual model. The objective is to digitize the information generated by all the agents involved in the project; architects, engineers, technicians, builders, official institutions. This concept has marked a revolution in the field of engineering and architecture in recent years. In Technical Teachings, the use of BIM tools allows to show “the construction” in the classroom, improve the understanding of theoretical concepts and observe all the elements of the project through augmented reality. The work presented mainly aims to apply the BIM methodology in Bachelor’s Degree Final Project to promote collaborative work among students. This teaching innovation has been developed at the Ciudad Real Industrial Engineering School (ETSII-CR).

Keywords: Teaching Innovation, Open BIM, IFC, CYPE, Multidisciplinary work, Collaborative work, BIMserver.center Education

RESUMEN

En los últimos años se ha observado un progresivo incremento tanto de la complejidad de la industria de la construcción como del número de perfiles profesionales y de las relaciones entre los mismos. Al mismo tiempo, la sociedad se ha interconectado, demandando alternativas que relacionen individuos y tecnología mediante nuevas metodologías de trabajo. La solución multidisciplinar conocida como Building Information Modelling (BIM) permite la gestión de proyectos de construcción mediante un modelo virtual. El objetivo es digitalizar y centralizar la información generada por todos los agentes que intervienen en el proyecto; arquitectos, ingenieros, técnicos, constructores, organismos oficiales. Este concepto ha marcado una revo-

lución en el campo de la ingeniería y la arquitectura en los últimos años. En la docencia de las Enseñanzas Técnicas, el uso de herramientas BIM permite “trasladar la obra” dentro del aula, facilitando la comprensión de conceptos teóricos y visualizando todos los elementos del proyecto mediante realidad aumentada. El trabajo presentado se ha desarrollado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Ciudad Real (ETSII-CR) y consiste en la aplicación de la metodología BIM en la elaboración de Trabajos Fin de Estudios (TFE’S) con el fin de fomentar el trabajo colaborativo entre estudiantes.

Palabras clave: Innovación Docente, Open BIM, IFC, CYPE, Trabajo multidisciplinar, Trabajo colaborativo, BIMserver.center Education

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, cada vez más digital, la revolución de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha posibilitado múltiples innovaciones, cambios y mejoras en la sociedad en que vivimos. No obstante, a menudo estos avances no se ven reflejados en las aulas de los centros educativos e incluso de las Universidades. La mayoría de nuestros estudiantes son nativos digitales, dominan a la perfección plataformas virtuales de mensajería instantánea, redes sociales, aplicaciones de trabajo colaborativo en la nube, video llamadas, etc. Por ello, estos mismos estudiantes demandan aprender nuevas herramientas digitales de ámbito profesional que les motiven y les permitan entrar en un mundo profesional cada vez más competitivo. De esta forma, al aumentar su motivación se conseguirán mejores resultados y mayores tasas de éxito debido a que la motivación tiene más influencia en el desempeño de una tarea que el cociente intelectual (Murayama et al., 2012).

El desarrollo de nuevas herramientas y metodologías para la gestión de proyectos de construcción implica que las Universidades deben actualizar constantemente la formación impartida en las titulaciones relacionadas con la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Por esta razón, desde la comunidad académica existe un creciente interés por incorporar la metodología BIM (Building Information Modeling) en los Planes de Estudios actuales (Pomares et al., 2017). El uso de herramientas BIM facilita la comprensión de conceptos teóricos (capas constructivas de una fachada, esquema de fontanería o esquema unifilar de electricidad) mediante la creación de un modelo 3D que simule la realidad y motive a los estudiantes (Galao et al., 2020). La incorporación de la metodología BIM al proceso enseñanza-aprendizaje es de gran ayuda para entender mejor infinidad de aspectos relacionados con el mundo de la arquitectura, construcción, estructuras, instalaciones, presupuestos y gestión de las edificaciones. En general, según encuestas realizadas a estudiantes sobre el uso de la metodología BIM en el aprendizaje, las respuestas son positivas (Turkan et al., 2017), considerando significativa esta formación para su futura empleabilidad (Bademosi et al., 2019).

De tal manera, la necesaria tarea de actualización de las Universidades para atraer estudiantes y el mercado competitivo que estos se encontraran requieren la incorporación de estas nuevas herramientas y tecnologías en sus Planes de Estudios (Fonseca et al., 2014). Aunque, si bien es cierto que suelen tener un efecto positivo en la motivación y participación de los estudiantes e incluso facilitando la retención en mayor medida de los conceptos aprendidos (Fonseca et al., 2015), la importancia de utilizar nuevos entornos y aplicaciones no debe anteponerse a las competencias y habilidades a adquirir (Kim & Irizarry, 2020).

En este artículo se presenta un trabajo llevado a cabo en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Ciudad Real (ETSII-CR) consistente en la implantación de la metodología BIM y sus herramientas en la elaboración de Trabajos Fin de Estudios (TFE’S), tanto en la dirección y coordinación de estos trabajos por los tutores como en el desarrollo por parte

de cada estudiante de su TFE. Con el uso de dicha tecnología se permite el intercambio de información para la ejecución de proyectos de manera coordinada. Además de este objetivo principal, de forma paralela se han buscado alcanzar los siguientes objetivos específicos; familiarizar a los estudiantes con la metodología de trabajo BIM, actualizar los recursos didácticos y tecnológicos empleados a la realidad profesional y fomentar el trabajo en equipo y la colaboración entre perfiles multidisciplinares.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

En cuanto a los estudios relacionados con la aplicación de la metodología BIM en la docencia de Enseñanzas Técnicas existen algunos trabajos donde se ha analizado el uso de estas herramientas desde diferentes puntos de vista. En el año 2017, María Asunción López Peral, Encarnación García González, y María Dolores Andújar-Montoya desarrollaron una propuesta de implantación de la metodología BIM en la asignatura de Fundamentos de Construcción del Grado de Arquitectura Técnica de la Universidad de Alicante (López et al., 2017). En este trabajo quedó justificada la necesidad de herramientas de uso actual en entornos profesionales como BIM, Revit, Archicad o CYPE en la docencia. Además, recopilaron detalladamente las ventajas de la metodología BIM para mejorar el trabajo en equipo y la participación de los estudiantes en el aula, justificando el uso de la metodología BIM en el proceso de enseñanza-aprendizaje en base a las competencias generales, específicas y transversales del Grado de Arquitectura Técnica de la Universidad de Alicante.

En el año 2020, Óscar Galao Malo, Javier Pereiro Barceló, Francisco de Borja Varona Moya, y F. Javier Baeza, realizaron un análisis de la implementación de la metodología BIM, software BIM y Realidad Aumentada en el Máster de Ingeniería de Caminos de la Universidad de Alicante. En este trabajo, se incluyen tres trabajos de estudiantes llevados a cabo a través de la plataforma BIMserver.center Education y visualizados mediante Realidad Aumentada.

En la encuesta realizada a los estudiantes para evaluar la necesidad de implementación de herramientas BIM y de Realidad Aumentada en el ámbito universitario, la mayoría consideran muy necesario el uso de herramientas BIM mientras que en cuanto a la Realidad Aumentada existen discrepancias (Galao et al., 2020).

Carlos Rizo Maestre, Víctor Echarri Iribarren, Pascual Saura Gómez, Antonio Galiano Garrigós, Ángel González Avilés, María Dolores Pérez Millán y Isabel Pérez Benigno, en el año 2020, presentaron un estudio que analizaba la metodología BIM y su puesta en práctica en la asignatura Acondicionamientos y Servicios del Grado de Arquitectura de la Universidad de Alicante. En este trabajo se discutieron los resultados extraídos de los trabajos BIM realizados por los estudiantes durante el curso académico y las ventajas que supondrían implantar estas herramientas para su futuro profesional (Rizo et al., 2020).

Por otro lado, de acuerdo con el estudio titulado “BIM en la Universidad” publicado por es.BIM en 2017 sobre la implantación de la metodología BIM en las Enseñanzas Universitarias, con carácter general existe poca implantación de la metodología BIM en las Universidades españolas, siendo mayor en las Universidades públicas que en las privadas.

3. METODOLOGÍA

El trabajo presentado persigue la incorporación de la metodología BIM y sus herramientas en el desarrollo de TFE'S de forma colaborativa en la ETSII-CR en proyectos multidisciplinares. El punto de encuentro entre los diferentes perfiles participantes (estudiantes, profesores y tutores externos) ha sido la plataforma BIMserver.center en su versión educacional. A través

de dicha plataforma se hace realidad la comunicación directa entre usuarios y aplicaciones que participan en un proyecto siguiendo el flujo de trabajo Open BIM, las actualizaciones entre usuarios son continuas, construyendo el modelo BIM de forma progresiva. De esta forma, el modelo BIM está en desarrollo continuo, enriqueciéndose con toda la información aportada por cada uno de los participantes. Además, mediante un servicio de actualización en la nube, con BIMserver.center es posible gestionar y compartir todos los archivos de un proyecto BIM. De tal manera, se facilita la organización y comunicación entre los participantes en el proyecto y la coordinación de los trabajos por parte de los tutores.

Durante el mes de enero de 2020, de forma paralela se ha definido la temática y el alcance de los TFE'S en los que integrar la metodología BIM y se han seleccionado cuatro estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica para realizar dichos TFE'S. Por otro lado, durante los meses de febrero y marzo de 2020 se ha impartido un seminario práctico de CYPE 3D. Como parte de este seminario se ha realizado una introducción a la metodología BIM y al uso de la plataforma BIMserver.center. Para concluir este seminario, se ha organizado una conferencia

titulada “Integración BIM del cálculo estructural y de instalaciones”, a cargo del profesor Dr. Javier Pereiro Barceló de la Universidad de Alicante.

Los estudiantes seleccionados para realizar su Trabajo Fin de Grado (TFG) usando la metodología BIM se han organizado en dos parejas para llevar a cabo sus correspondientes trabajos. Aunque los objetivos y tareas de cada uno de los TFG son diferentes, los integrantes de cada pareja se deben intercambiar información mediante la plataforma BIMserver.center para poder llevar a cabo su respectivo trabajo. De tal manera, ambas parejas se encargarán de diseño y cálculo de una construcción industrial, pero en cada pareja un estudiante se centrará en diseñar el modelo arquitectónico y calcular la estructura y otro en evaluar y proyectar la protección contra incendios y la seguridad y salud de la obra, en un caso, y las instalaciones y suministros, en otro caso.

En el primer cuatrimestre del curso 2020-2021 se ha organizado un seminario práctico para los estudiantes de TFG seleccionados. Este seminario se ha centrado en el flujo de trabajo en la plataforma BIMserver.center y se ha encargado de su exposición un experto en BIM en la empresa Cype Software S.A. (Arquitecto Vicente Plaza González). Como aspectos más relevantes, se ha tratado la creación del modelo BIM en un nuevo proyecto y su relación con el software CYPE 3D en la plataforma BIMserver.center. También, se han mostrado las últimas novedades de dicha plataforma y aplicaciones relacionadas con la temática de los respectivos TFE'S. En la Figura 3.1 se muestra la vista principal del seminario creado en la plataforma BIMserver.center.

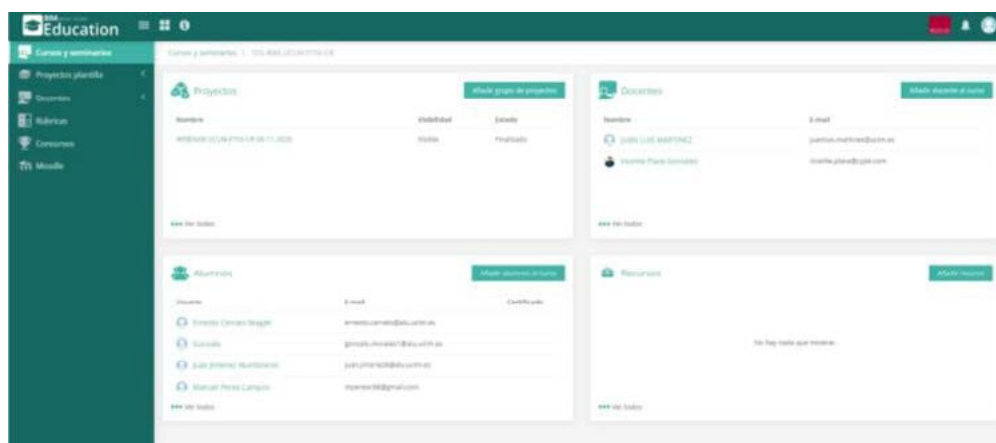


Figura 3.1.- Seminario TFG-BIM_UCLM-ETSII-CR en la plataforma BIMserver.center.

Con el fin de continuar familiarizando a los estudiantes con la metodología de trabajo BIM, en los meses de febrero y marzo de 2021 se ha programado un nuevo seminario práctico para los estudiantes de la asignatura Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales del Grado en Ingeniería Mecánica de la ETSII-CR. Esta actividad, además de dar a conocer dicha metodología de trabajo y permitir que se den los primeros pasos en su uso, se considera esencial para captar candidatos a realizar los futuros TFG y así dar continuidad a este trabajo.

4. RESULTADOS

Desde el comienzo de este trabajo se ha observado un gran interés en el mismo por parte de estudiantes de la ETSII-CR. Las actividades formativas desarrolladas durante el curso 20192020 han generado un gran interés entre los estudiantes, quienes han participado de forma muy activa. Además de los estudiantes seleccionados para realizar su TFE, las actividades organizadas han tenido una gran asistencia, llegando a completar aforo (30 asistentes). De tal manera, estas actividades han tenido gran acogida y prueba de ello son los resultados de la encuesta de satisfacción realizada entre los asistentes a las mismas. En la Tabla 1 se recogen dichos resultados para cada cuestión planteada. La valoración se ha clasificado como mejorable (1), satisfecho (2) y muy satisfecho (3).

Tabla 1. Resultados encuesta de satisfacción realizada a los asistentes de las actividades formativas.

	Preguntas	Respuestas			
		1	2	3	NS/NC
1	El programa de trabajo se ha cumplido	2	2	26	0
2	El profesor explica con claridad	0	7	22	1
3	Las tutorías del profesor son adecuadas	1	3	21	5
4	El profesor informa sobre los objetivos y alcance del trabajo	2	5	23	0
5	El alcance del trabajo ha sido el esperado	2	5	23	0
6	El profesor señala e identifica claramente los objetivos del trabajo	2	2	26	0
7	La bibliografía, las fuentes de información y el material didáctico recomendado resulta útiles para la realización del trabajo	2	13	11	4
8	Los seminarios complementarios facilitan la consecución de los objetivos	1	9	13	6
9	El profesor se interesa por conocer la progresión del estudiante	2	4	24	0
10	El profesor resuelve las dudas que se plantean	2	2	26	0
11	La herramienta BIM puede ayudar a la realización del TFE y a colaborar de forma dinámica con otros estudiantes de TFE	3	4	22	1
12	¿Consideras positivo utilizar BIM en la elaboración de TFE'S?	2	4	22	2
13	El uso de BIM te podría permitir avanzar más rápido en el desarrollo de tu TFE	1	6	19	4
14	Estoy satisfecho con la labor docente del profesor	2	2	26	0

Estas actividades han logrado 30 asistentes y los resultados de la encuesta han sido excelentes. Como punto a mejorar, tras analizar dichos resultados se ha observado que el material didáctico recomendado, así como la bibliografía y fuentes de información no ha sido del todo suficiente para la realización del trabajo. Por ello, se revisarán estos aspectos para mejorarlos de cara a futuras actividades formativas. El objetivo principal de implantar la metodología BIM en la elaboración de TFE'S en la ETSII-CR se ha alcanzado de forma parcial. Aunque actualmente cuatro estudiantes están desarrollando sus TFE'S, sus respectivos trabajos aún no han finalizado. Por tanto, aún no han aprovechado al máximo las herramientas BIM disponibles para intercambiar información durante la ejecución de sus proyectos. En este sentido, se estima alcanzar este objetivo a medida que los diferentes TFE'S concluyan y éstos sirvan de base para los siguientes TFE'S. Como muestra de ello, en la Figura 4.1 se observa el trabajo realizado hasta ahora por uno de estos estudiantes de TFG.

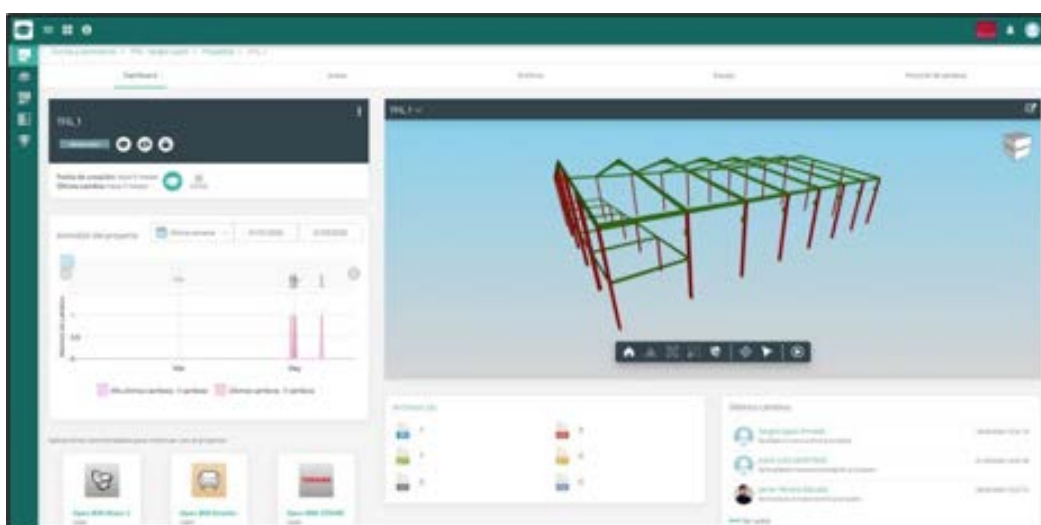


Figura 4.1.- Dashboard de TFG en la plataforma BIMserver.center educacional.

La imagen anterior corresponde a la variante educacional de la plataforma BIMserver.center utilizada para realizar el seguimiento de los proyectos, así como el intercambio de información entre estudiantes y directores de los TFE'S.

5. CONCLUSIONES

Una vez desarrolladas las actividades indicadas anteriormente se han analizado los pros y contras del uso de la metodología BIM para la realización de TFE'S. De tal manera, las principales ventajas son la interconexión entre los diferentes roles del proyecto de forma intuitiva y la existencia de gran variedad de aplicaciones técnicas compatibles con esta metodología. Por otro lado, cabe destacar que para aplicar la metodología BIM a la realización de un TFE es necesario que los estudiantes se involucren desde el primer momento en el proyecto, de lo contrario es muy complicado obtener resultados satisfactorios. El trabajo presentado ha supuesto una primera toma de contacto en el uso de la metodología BIM en la realización de TFE'S, así como en la docencia de la asignatura Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales del Grado en Ingeniería Mecánica. Este proyecto ha permitido a los profesores de dicha asignatura plantear la solicitud de una modificación de los contenidos prácticos de la propia asignatura. En este sentido, la pandemia debida al COVID-19 ha obligado a modificar rápidamente los sistemas de enseñanza-aprendizaje tradicionales, implantando nuevos modelos de formación no presencial. La metodología BIM y la plataforma educacional BIMserver.center facilita este

tipo de formación, permitiendo la coordinación, el seguimiento y la evaluación de los estudiantes a distancia. Finalmente, con el objetivo de continuar familiarizando a los estudiantes con la metodología de trabajo BIM, en el próximo curso 20212022 se propone seguir trabajando en la creación de un Curso Formativo de Corta Duración donde se forme en estas herramientas a los estudiantes de la ETSII-CR.

REFERENCIAS

- Bademosi, F., Blinn, N., Issa, R. R. A. (2019). *Use of augmented reality technology to enhance comprehension of construction assemblies*. Journal of Information Technology in Construction, 24, 58–79.
- Galao Malo, O., Pereiro-Barceló, J., Varona Moya, F. D. B., Baeza, F. J. (2020). *Herramientas de innovación en la docencia del Máster de Ingeniería de Caminos de la UA: BIM y Realidad Aumentada*.
- Fonseca, D., Villagrasa, S., Valls, F., Redondo, E., Climent, A., Vicent, L. (2014). *Motivation assessment in engineering students using hybrid technologies for 3D visualization*. International Symposium on Computers in Education, 111–116.
- Fonseca, D., Redondo, E., Villagrasa, S. (2015). *Mixed-methods research: a new approach to evaluating the motivation and satisfaction of university students using advanced visual technologies*. Universal Access in the Information Society, 14(3), 311–332.
- Kim, J., Irizarry, J. (2020). *Evaluating the Use of Augmented Reality Technology to Improve Construction Management Student's Spatial Skills*. International Journal of Construction Education and Research, 1–18.
- López Peral, M. A., García González, E., Andújar-Montoya, M. D. (2017). *BIM Methodology. A Tool for Improving the Learning of Construction Systems*.
- Murayama, K., Pekrun, R., Lichtenfeld, S., vom Hofe, R. (2012). *Predicting Long-Term Growth in Students' Mathematics Achievement: The Unique Contributions of Motivation and Cognitive Strategies*. Child Development, 84(4), 1475–1490.
- Pomares Torres, J. C., Baeza, F. J., Varona Moya, F. de B., Bru, D. (2017). *Revisión del uso de Building Information Modeling en la Educación Superior relacionada con la arquitectura, ingeniería y construcción*. Octaedro. Retrieved 7 May 2020 from <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/71244>
- Rizo Maestre, C., Echarri-Iribarren, V., Saura Gómez, P., Galiano-Garrigós, A., González Avilés, Á. B., Andújar-Montoya, M. D., Pérez Millán, I. (2020). *Uso del BIM por los estudiantes del Grado de Arquitectura. Valoración de los resultados obtenidos en la asignatura Acondicionamiento y Servicios I*.
- Turkan, Y., Radkowski, R., Karabulut-Ilgu, A., Behzadan, A. H., Chen, A. (2017). *Mobile augmented reality for teaching structural analysis*. Advanced Engineering Informatics, 34, 90–100.

Herramientas para mejorar la comprensión de los conocimientos sobre Control de Procesos Químicos

E. Atanes-Sánchez, S.C. Villanova Carvajal, E. Fernández García,
D. García Casillas, M.J. Martín de Vidales Calvo,
A. Nieto-Márquez Ballesteros y J.A. Díaz López

evangelina.atanes@upm.es ; sc.villanova@alumnos.upm.es ; enrique.fgarcia@alumnos.upm.es ;
david.gcasillas@upm.es ; mariajose.martindevidales@upm.es ; antonio.nieto@upm.es ;
jose.dlopez@upm.es

Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y de Diseño Industrial.
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial. Universidad Politécnica de Madrid.
C/ Ronda de Valencia, 3. 28012 Madrid, España.

ABSTRACT

Process dynamic is a part of Control of Chemical Processes, and it is normally studied by theoretical analytic modelling. The knowledge of the dynamic behavior in real systems favors the understanding of these concepts, such as gain, time constant, delay, non-linear process, empiric modelling of first and higher order processes, and controller tuning. In this work a flow control equipment has been used to test, monitor and register the dynamic of the process, both in open and closed loop. The use of the physical equipment is completed with the GeniDaq program, that allows to receive and send signals from the equipment, working in this way with the signal transmission. Also, Matlab has been used to model the real dynamic behavior both in the time and Laplace domain. The work carried out, as well as the belonging of the students to the Student Section of ISA-ETSIDI-UPM has contributed to the all-round education of the students

Keywords: process control, dynamic simulation, controller tuning, Matlab.

RESUMEN

La dinámica de procesos es una parte del Control de Procesos Químicos que se estudia normalmente mediante modelado analítico teórico. El estudio del comportamiento dinámico en sistemas reales favorece la comprensión de estos conceptos, tales como ganancia, constante de tiempo, tiempo muerto, no linealidad de un proceso, modelado empírico de sistemas de primer orden y superior, y sintonización de controladores. En este trabajo se ha utilizado un panel de control de caudal para ensayar, monitorizar y registrar la dinámica del proceso, tanto

en lazo abierto como en lazo cerrado. El uso del panel físico se complementa con el programa GeniDaq, que permite la recepción y envío de señales desde el panel, conectando así todos los elementos del sistema físico con la estación de control (PC) y trabajando así la transmisión de la señal. Además, se ha utilizado la herramienta Matlab para modelizar empíricamente el comportamiento dinámico real del sistema, tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de Laplace. El trabajo realizado, así como la pertenencia de los estudiantes a la Sección de Estudiantes de la ISA-ETSIDI UPM ha favorecido en gran medida la formación integral del alumno durante la realización de su Trabajo Fin de Grado.

Palabras clave: control de procesos, simulación dinámica, sintonización controladores, Matlab.

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura de Regulación de los Procesos Químicos se imparte en el séptimo semestre de la titulación del Grado en Ingeniería Química de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid. Mientras que las asignaturas tradicionales del Curriculum de Ingeniería Química, como Operaciones Básicas de la Ingeniería Química o Ingeniería de la Reacción Química trabajan en estado estacionario, los conceptos de control de procesos se enmarcan necesariamente en el ámbito de la dinámica de procesos. El estudio del comportamiento dinámico de un sistema resulta complejo para los alumnos, y la base teórica, impartida con el modelado en el dominio del tiempo y en el dominio de Laplace, tanto en lazo abierto como en lazo cerrado, resulta difícil de ejemplificar con instalaciones experimentales.

El laboratorio de control de procesos que se utiliza en la asignatura dispone de una serie de equipos de control de diversas variables habituales de procesos químicos, tales como temperatura, nivel y caudal. Estos equipos resultan muy útiles para el aprendizaje práctico de los conceptos de un sistema de control automático de procesos (Hedjar, 2014), pero se usan de forma limitada en los laboratorios debido al reducido número de horas de sesiones prácticas y el elevado número de alumnos. Por ello se planteó la realización de dos Trabajos Fin de Grado (TFG) con el fin de que los estudiantes pudieran poner en práctica todos los conceptos teóricos cubiertos en la asignatura, además de poder afianzar conceptos de otras asignaturas muy relacionadas con el control de procesos como electrónica. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos conjuntamente por los dos alumnos con el equipo de caudal, mientras que el TFG de cada uno de ellos comprende además el equipo de control de nivel y temperatura respectivamente. Se seleccionaron dos alumnos que pertenecen a la Sección de Estudiantes de la International Society of Automation (ISA) de la ETSIDI (Atanes-Sánchez, 2019) por este interés previo en el ámbito del control de procesos. Ello ha permitido incorporar al Trabajo Fin de Grado experimentos propuestos por los propios alumnos utilizando la herramienta Matlab, fruto de las actividades formativas a las que han asistido los estudiantes por su pertenencia a dicha Sección.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Existen numerosos trabajos en los que se persigue rellenar este hueco entre la teoría y la práctica del Control de Procesos para los estudiantes de Ingeniería Química mediante diversas aproximaciones (Jang 2016; Meadowcroft 2021). Por otra parte, la herramienta Matlab es ampliamente utilizada en textos universitarios para la simulación dinámica de procesos químicos en el ámbito de la Ingeniería Química (Smith y Corripio, 2001; Bequette, 2003)

3. METODOLOGÍA

3.1. Metodología y evaluación de resultados docentes

Los alumnos que han trabajado en este proyecto han desarrollado, a partir de los resultados obtenidos, su Trabajo Fin de Grado. Para ello se ha seguido la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) (Sánchez Núñez, 2006). La evaluación del TFG será realizada por los tutores del mismo y por un tribunal según los criterios establecidos en la normativa de TFG vigente en la ETSIDI.

Por otro lado, con el fin de conocer el grado de satisfacción de los alumnos, se llevará a cabo una encuesta al finalizar el periodo de trabajo, para conocer sus impresiones y valorar la posibilidad de introducir parcialmente los contenidos desarrollados en las sesiones prácticas de la asignatura.

3.2. Descripción del sistema experimental

El proceso estudiado está constituido por una soplante y un anemómetro, el cual se acopló con un controlador PID con la finalidad de regular el flujo de aire a través de la soplante. El sistema está conformado por un conjunto de paneles de la marca Leybold Didactic. Los paneles que forman el sistema son: Fuente de corriente continua (726 86), Generador de variable de referencia (734 02), Controlador digital PID (734 064), Soplante (666 630), Anemómetro (666 632). (Ver Figura 1).

El laboratorio de control de procesos dispone también de equipos de control de las variables nivel y temperatura, en los que podría aplicarse la misma metodología.

La experimentación consiste en medir las variables del proceso para caracterizar el sistema, sintonizar el controlador y elegir el control óptimo. Para medir dichas variables, el sistema contiene transductores capaces de transformar las variables físicas en señales digitales, luego estas señales son transmitidas haciendo uso de una bornera a una tarjeta de adquisición de datos, la cual permite monitorizar la evolución de las señales en un ordenador. La transmisión de la señal funciona en ambas direcciones, es decir, desde el ordenador se puede enviar una señal al sistema físico. El software que se usa para analizar los datos es el GeniDAQ.

El sistema se puede estudiar en lazo cerrado o lazo abierto, según se conecte el bloque del controlador o no.

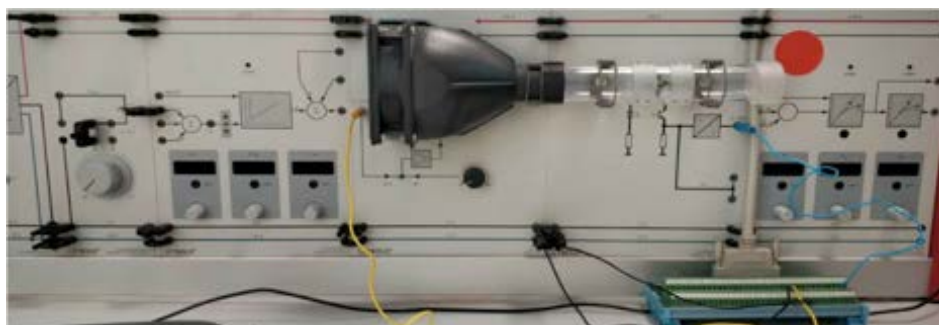


Figura 1. Sistema de control de flujo de aire a través de una soplante.

3.3. Caracterización del comportamiento dinámico del proceso en lazo abierto

Para obtener la curva característica del sistema en lazo abierto se envía una señal de referencia desde el ordenador a la entrada de la soplante, y una vez que el sistema alcanza el estado estacionario se mide el valor de la variable de salida del anemómetro.

3.4. Sintonización del controlador

El primer paso para lograr la sintonización es obtener los parámetros característicos del sistema en lazo abierto ante una variación del “set point”; para ello, manteniendo el lazo abierto, se realiza un experimento en escalón en el punto de consigna desde el ordenador y se registra la variable de salida del anemómetro. Luego se aplica el método de la velocidad inicial para obtener la ganancia, el tiempo muerto y la constante de tiempo. Una vez obtenidos estos parámetros, se aplican las ecuaciones del método Chien, Hrones y Reswick (CHR) para obtener los parámetros del controlador (Constante proporcional, Tiempo integral, Tiempo derivativo).

A continuación, se implementan los tres tipos de control (proporcional P, proporcional integral PI, proporcional integral derivativo PID); modificando la configuración del controlador digital se puede elegir el tipo de control y seleccionar el valor de los parámetros calculados.

3.5. Modelización empírica del comportamiento dinámico con Matlab

Finalmente se hace uso del programa Matlab para obtener las funciones de transferencia de las respuestas analizadas (<https://es.mathworks.com>). Se utilizaron concretamente las funciones `idproc`, `procest` y `compare` para ajustar los datos de la respuesta en lazo abierto a un modelo de segundo orden con cero y tiempo muerto (P_2ZD), también se ajustaron los datos de la respuesta en lazo cerrado (con controlador PI) a un modelo de tercer orden con ceros, polos y tiempo muerto (P_3ZUD). Cabe señalar que los alumnos utilizan el software de simulación dinámica EcoSimPro en la Asignatura de Regulación de los Procesos Químicos, pero no tienen conocimientos previos de Matlab.

4. RESULTADOS

En las Figuras 2 y 3 se presenta la caracterización del sistema en lazo abierto.

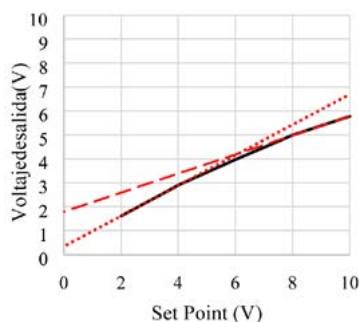


Figura 2. Curva característica.

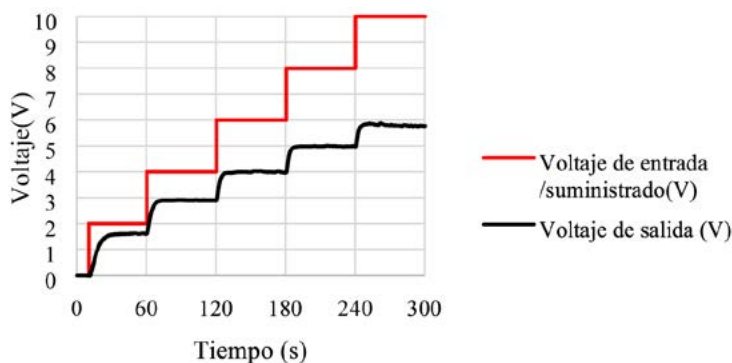


Figura 3. Estado estacionario alcanzado para cada valor del set point en lazo abierto.

Ambas figuras muestran que se trata de un sistema no lineal. En la Figura 2 se trazan dos rectas que permiten dividir en dos rangos de operación el sistema, y cuyas pendientes representan la ganancia media en el rango respectivo; las ganancias obtenidas son de $0,635[V/V]$ en el rango entre 2-4 V y de $0,453[V/V]$ en el rango entre 4-10V.

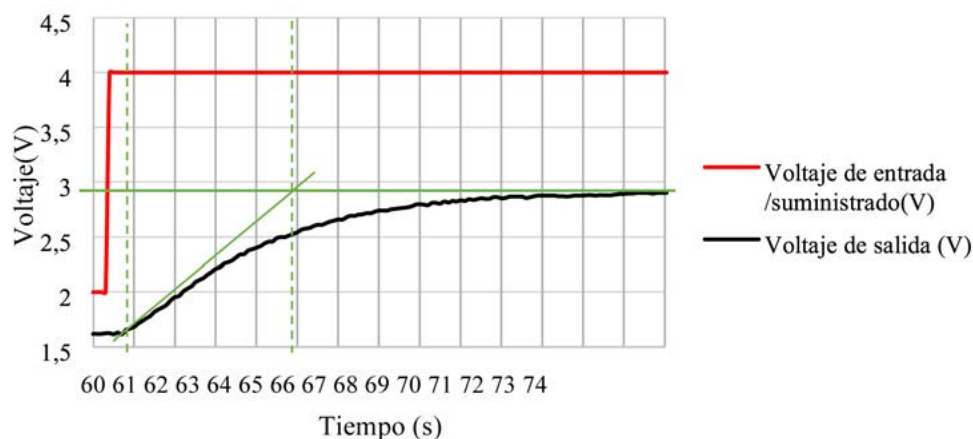


Figura 4. Respuesta ante un escalón de 2-4V en lazo abierto.

Para sintonizar con mayor precisión se calcula la ganancia a partir de la respuesta en lazo abierto para un escalón entre 2-4V (Ver Figura 4); a partir de esta respuesta se obtiene una ganancia del proceso en lazo abierto igual a $K = 0,72[V/V]$, un tiempo muerto de $T = 0,5s$, y una constante de tiempo de $T = 4,5s$. Con dichos valores se aplica el método CHR para obtener los parámetros del controlador.

Luego, las Figuras 5, 6 y 7 reflejan la respuesta del sistema en lazo cerrado utilizando los tres tipos de controlador. La comparación entre estas tres figuras permite estudiar y comparar el efecto de cada tipo de control. La Figura 6 muestra como el controlador PI elimina el offset que se observa con el controlador P (Figura 5). Cabe destacar que el controlador PI no presenta sobrepasaje, pero tarda más tiempo que el proporcional en alcanzar el estado estacionario. Por otro lado, al comparar el controlador PI con el PID se observa que el segundo tiene mayor tiempo muerto, además la variable de salida del controlador presenta altas oscilaciones; este comportamiento no se desea en equipos que incluyen elementos mecánicos móviles como una soplante, ya que las oscilaciones pueden causar deterioro de los equipos con el tiempo debido a la vibración y/o el rozamiento. Finalmente, se deduce que el controlador óptimo es el proporcional integral.

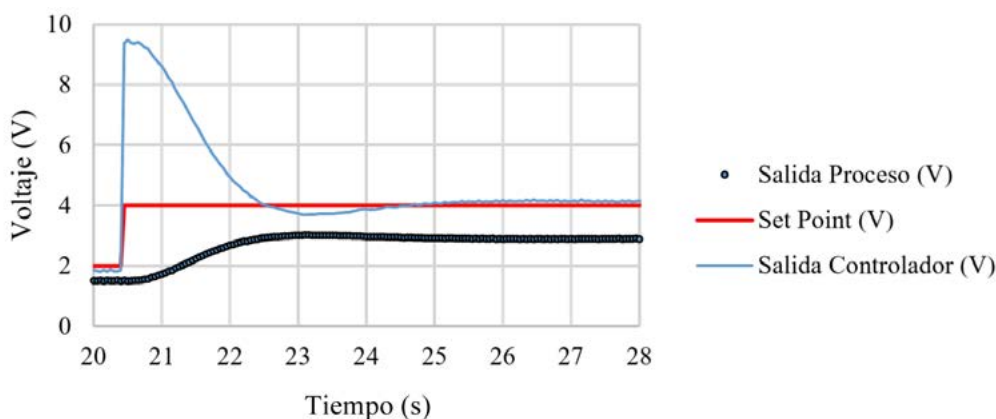


Figura 5. Respuesta en lazo cerrado con el Controlador P ($K_P = 3,8$).

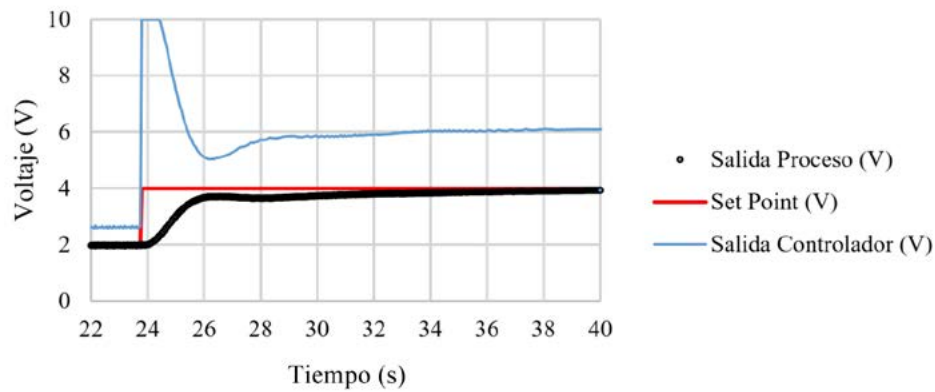


Figura 6. Respuesta en lazo cerrado con el Controlador PI ($K_P = 4, 4$; $T_n = 5, 4$).

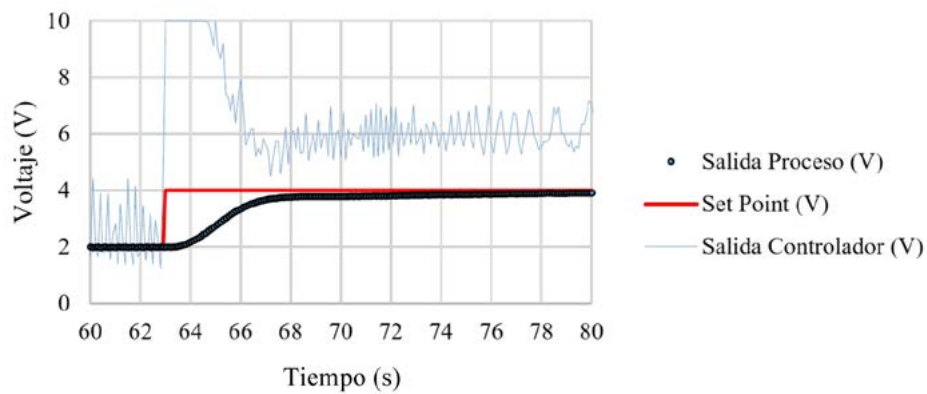


Figura 7. Respuesta en lazo cerrado con el Controlador PID ($K_P = 7, 5$; $T_n = 4, 5$; $T_v = 0, 25$).

La Figura 8 muestra los resultados obtenidos con Matlab. En primer lugar, los coeficientes de correlación obtenidos (98,07% y 99,19%) indican que los datos experimentales se ajustan a los modelos seleccionados. Además, los resultados demuestran que el sistema presenta un cero y tiempo muerto. Cabe destacar, que al comparar ambas figuras se observa como el orden del sistema se incrementa al aplicar el control proporcional integral.

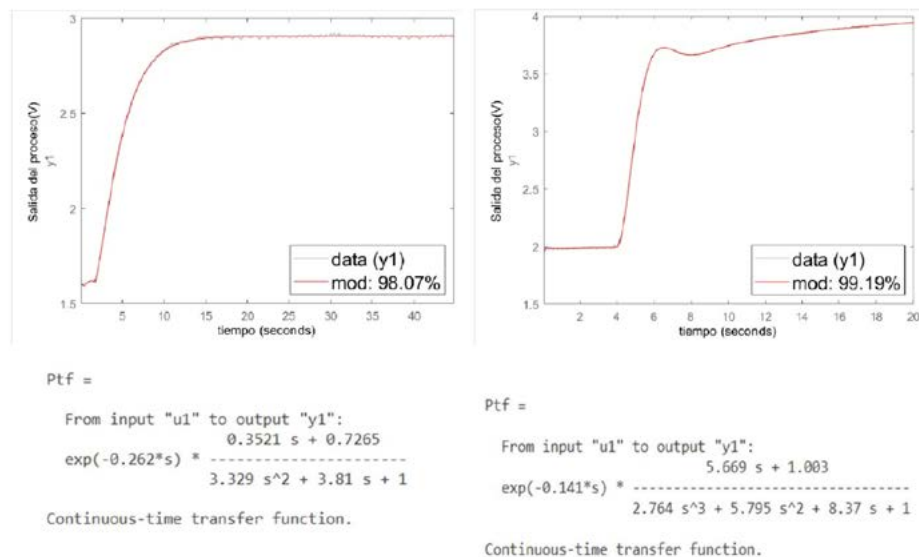


Figura 8. Capturas de pantalla de Matlab: ajuste de la respuesta y función de transferencia en lazo abierto (izquierda); ajuste de la respuesta y función de transferencia en lazo cerrado (derecha)

5. CONCLUSIONES

El método de ABP ha sido desarrollado con éxito, ya que los alumnos han profundizado en el tema objeto de su TFG y han construido conocimiento nuevo. La interrelación entre las asignaturas cursadas y la pertenencia a una Sección de Estudiantes de la ISA en España también ha sido valorada muy positivamente tanto por el alumnado como por el profesorado; así, la asistencia a un curso de Matlab orientado al control de procesos y organizado por otra Sección de Estudiantes ha permitido que los alumnos hayan aplicado dicha herramienta. Los estudiantes manifiestan haber incrementado enormemente su nivel de conocimientos teóricos y prácticos en el control automático de procesos, así como una percepción de que su empleabilidad ha aumentado por su relación con el ámbito técnico y sector empresarial en el control de procesos. La evaluación de los TFG se realizará en septiembre de 2021, y tras ella se aplicará un cuestionario diseñado para conocer la valoración de los estudiantes de la actividad.

Puede concluirse que las actividades realizadas en el presente proyecto han contribuido, de manera notable, a la formación de los alumnos que han participado en el mismo en la adquisición de competencias generales (Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas), específicas de la asignatura de Regulación de Procesos Químicos (Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos) y transversales de la titulación (Trabajo en equipo, organización y planificación y resolución de problemas).

REFERENCIAS

- Atanes-Sánchez E., Benito Carmona M., Fernández Olmos A., Galán Lucarelli G., Guzmán Sacristán N., Herranz García J., Prieto Lobato M. y Sánchez Esteban A. (2019). Puesta en marcha de la Sección de Estudiantes de la ISA-International Society of Automation, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid. (2019). Libro de Actas del 1º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química-CIBIQ-2019. Santander (España) 19-21 Junio 2019.
- Bequette B.W. (2003). Process Control. Modelling, design and simulation. Prentice Hall Ed. New Jersey. 933 pp.
- Hedjar R. (2014). A laboratory-level control experiment for introducing predictive control to undergraduates. International Journal of Electric Engineering Education, 51(1), 27-42.
- Jang L.K. (2016). Level control by regulating control valve at the bottom of a gravity-drained tank. Chemical Engineering Education, 50 (4), 245-250.
- Meadowcroft T.A. (2020). Process Control Design and Practice- A new approach to teaching control to Chemical Engineers. ASEE Virtual Annual Conference. 22-26 Junio 2021. Paper ID #30631
- Sánchez Núñez, J.A. (2006) El sistema metodológico del profesor universitario. ICE de la Universidad Politécnica de Madrid. 58 pp.
- Smith C.A. and Corripio A.B. (2001). Control automático de procesos. Teoría y práctica. Ed. Limusa. Mexico. 782 pp.

LA MUJER EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

Cómo divulgar ciencia haciendo ciencia en tiempos de pandemia: The She-ience Games

R. Pérez-Orozco^a, A. Larrañaga^a, D. Patiño^a, T. Rivas^b,
J.S. Pozo-Antonio^b

rporozco@uvigo.es , ana.larranaga.janeiro@uvigo.es , patinho@uvigo.es , trivas@uvigo.es,
ipozo@uvigo.es

^aCINTECX - GTEyE (Universidade de Vigo, Campus Universitario Lagoas-Marcosende s/n, 36310, Vigo, España)

^bCINTECX – GESSMin (Escuela de Ingeniería de Minas y Energía, Universidade de Vigo, Campus Universitario Lagoas-Marcosende s/n, 36310, Vigo, España)

ABSTRACT

Promoting STEM vocations among young women is a priority task among the challenges of the 2030 Agenda. In an atypical year marked by the pandemic, efforts to maintain this type of outreach initiatives have focused on reinventing activities in line with health restrictions. This paper shows the redesign and adaptation to virtual format of a manipulative science outreach workshop used in the celebration of the International Day of Women and Girls in Science at the School of Mining and Energy Engineering of the University of Vigo. The activity is conceived as a virtual treasure hunt given to young people in secondary education in which STEM concepts about combustion and its applications are worked on. The aim is to provide female references and awaken the interest of the participants in the field of engineering by means of recreational and educational activities adapted to current restrictions. Finally, the results of the implementation of the project are shown, demonstrating a high degree of involvement of the students attending and satisfaction, both on the part of the organisers and the participants and those responsible for the school centre.

Keywords: outreach, gamification, STEM, female references, combustion, gender equality.

RESUMEN

El impulso de las vocaciones STEM entre las jóvenes es una tarea prioritaria entre los retos de la Agenda 2030. En un año atípico marcado por la pandemia, los esfuerzos por mantener este tipo de iniciativas de divulgación se han centrado en la reinención de las actividades acorde a las restricciones sanitarias. En este trabajo se muestra el rediseño y adaptación a formato virtual de un taller manipulativo de divulgación científica empleado en la celebración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia en la Escuela de Ingeniería de Minas y Energía de la Universidad de Vigo. La actividad se plantea como una yincana virtual impartida a jóvenes de la ESO en la que se trabajan conceptos STEM sobre la combustión y sus aplicaciones. Se

busca proporcionar referentes femeninos y despertar el interés de las participantes en el ámbito ingenieril mediante la realización de actividades lúdico-didácticas adaptadas a las restricciones actuales. Finalmente se muestran los resultados de la implantación del proyecto, demostrando un alto grado de implicación de las alumnas asistentes y de satisfacción, tanto por parte de la organización como de las participantes y responsables del centro escolar.

Palabras clave: divulgación, gamificación, STEM, referentes femeninos, combustión, igualdad de género.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas y especialmente en aquellas culturas vinculadas a un mayor desarrollo económico, la representación de la mujer en el ámbito científico-tecnológico ha ido ganando peso paulatinamente, gracias a los esfuerzos por reconocer su papel y su contribución a la sociedad. Este cambio de mentalidad, más progresista, ha favorecido la dilución de ciertos estereotipos de género férreamente arraigados, permitiendo el aumento de la presencia femenina en ciertos sectores históricamente vinculados al hombre (industria primaria, construcción, investigación...) de una forma cada vez más natural (Pérez, 2020), si bien lejos de la representación paritaria entre ambos géneros, especialmente en el ámbito de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) (Diekman et al., 2010; Grazzi et al. 2014). Según los últimos informes de la UNESCO y la ONU (UNESCO, 2017; Bello, 2020), aunque en los últimos años la presencia de mujeres investigadoras ha ido en incremento, a día de hoy suponen menos del 30% de toda la producción investigadora mundial, y en áreas en auge como ingeniería o informática, la representación es notablemente inferior.

Las disciplinas STEM constituyen la base de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, por lo que la formación del mayor número posible de profesionales en estos ámbitos es fundamental; y esto incluye, como es obvio, a toda la población femenina (UNESCO, 2017). Uno de los principales objetivos propuestos por los organismos intergubernamentales en general, y del gobierno español en particular, consiste en reducir el desequilibrio de género presente en el sector mediante el impulso de la presencia femenina en la industria (Ministerio de Industria, Ciencia y Tecnología, 2019) y la promoción de los estudios STEM entre las jóvenes, mediante la creación de diversos programas de empoderamiento de la mujer en ciencia y tecnología (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2021).

En el ámbito académico, se confirma todavía el carácter masculinizado en los estudios superiores relacionados con disciplinas STEM. La UNESCO (2017) arroja el dato del 35% de mujeres matriculadas en este tipo de estudios a nivel mundial. Más localmente, un estudio reciente realizado con datos de admisión, matrícula y rendimiento académico en las titulaciones de ingeniería de la Universidad de Vigo desde su implantación (Alonso et al., 2021), arroja datos realmente desesperanzadores: la presencia de mujeres en esos estudios permanece estancada desde la década de los años 90 del siglo XX en torno al 25% como valor medio. Dentro de las diferentes ingenierías se detectan diferencias que invitan a la reflexión: el porcentaje alcanza el 30% en Ingeniería Forestal, Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos, Ingeniería de la Energía, Ingeniería en Organización Industrial o Ingeniería Química, mientras que apenas alcanza el 20% en Ingeniería Mecánica, Industrial o Automática.

Son varias las razones que explican esta baja presencia de las mujeres en las disciplinas STEM (UNESCO, 2017), entre ellas la ausencia de referentes STEM femeninos en el aula. Así, incrementar la visibilidad de las mujeres STEM en la docencia, además de permitir reconocer las aportaciones de las mujeres en estas áreas, sirve para despertar la vocación científico-tecnológica entre las niñas y jóvenes y evitar el desperdicio de talento (Guenaga, 2017).

1.1 El día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia en la Escuela de Ingeniería de Minas y Energía de la Universidade de Vigo

Con el objetivo de fomentar la presencia femenina en las disciplinas STEM, se proclama el 11 de febrero como Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, durante el cual, a través de diferentes actividades, se pretende dar visibilidad a las mujeres que desarrollan actividades en los ámbitos STEM, buscando llegar precisamente a las generaciones más jóvenes.

En la Universidade de Vigo, la *Unidade de Cultura Científica* y la *Unidade de Igualdade* llevan varios años coordinando y organizando con las diferentes Facultades y Escuelas, actividades de divulgación a escolares enmarcadas en la celebración de esta jornada. El personal investigador de la Escuela de Ingeniería de Minas y Energía (EEME) participa activamente en actividades de divulgación científica que pretenden fomentar vocaciones científicas y tecnológicas entre las personas jóvenes, como el proyecto propio *Aula Abierta a la Tecnociencia* (EEME, 2021), o el programa *StemBach* (Consellería de Cultura, Educación e Universidade, 2020) y en particular entre las jóvenes y las niñas, como es el programa *Inspira STEAM* (Guenaga, 2017) y las actividades realizadas para conmemorar el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia.

De entre las actividades de divulgación científica ofertadas por la EEME, los talleres manipulativos son los de mayor demanda entre los centros escolares. Sin embargo, las particularidades de este curso académico, marcado por la pandemia y las restricciones sanitarias, han obligado a reinventar las metodologías didácticas para cumplir con las normativas vigentes pero sin perder de vista el carácter experimental que hace tan atractivas a estas actividades.

En este trabajo se presenta una de las actividades realizadas en la edición 2021 del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, en la Universidade de Vigo. Se trata de un taller virtual sobre combustión que fue rediseñado para su adaptación al formato digital. En este artículo, se describen el planteamiento y resultado final de la propuesta, haciendo especial hincapié en el trabajo de reestructuración de la metodología didáctica para poder adecuarlo a los requerimientos dictados por la situación de pandemia sin perder la esencia del proyecto original.

2. METODOLOGÍA

2.1. Planteamiento de la actividad

Como se ha mencionado anteriormente, se plantea la adaptación a modo virtual de una actividad de divulgación científica basada en la realización de experiencias de laboratorio, en la que se busca una participación activa del alumnado a través del desarrollo de actividades lúdico-pedagógicas que buscan su implicación directa y el mantenimiento del interés. Además, dada la jornada en la que se desarrolla, esta sesión es impartida por mujeres, con el fin de proporcionar referentes en el ámbito STEM.

La temática del taller se centra en los fundamentos y aplicaciones del fenómeno de la combustión. Por un lado, la materia sobre la que versa la actividad está contemplada como parte de la programación docente de los cursos de 2º ciclo de la ESO y del Bachillerato Tecnológico; de este modo, y adaptando el nivel del discurso, la actividad permite ser promocionada a un público de un rango de edad bastante amplio (desde los 14 a los 18 años, o incluso menor). Por otro lado, los contenidos de la actividad se estructuran desde una introducción a otros conceptos más avanzados impartidos en varias materias del plan de estudios del Grado en Ingeniería de la Energía de la EEME en las que algunas de las autoras son docentes, por lo que en su impartición se incide en las salidas profesionales y en las aplicaciones desarrolladas por mujeres tecnólogas e ingenieras que servirán, por tanto, como referentes a las alumnas participantes.

2.2. Diseño de la actividad

Teniendo en cuenta el planteamiento mencionado, que busca mantener la participación activa y la implicación de las alumnas en una modalidad de enseñanza virtual, el taller se ha concebido como una yincana en línea en la que las participantes se dividirán en equipos de trabajo y tendrán que ir completando diversas tareas e ir sumando puntos. Así, además de los conceptos científicos, se aplican técnicas basadas en la gamificación para trabajar otras habilidades transversales como son: el trabajo en equipo, la toma de decisiones, la comunicación, la resolución de problemas o la gestión del tiempo, entre otras (Figura 1).

Además, la actividad se planifica de tal manera que su extensión se adapte a la duración de una sesión lectiva estándar, es decir, entre 50 y 60 minutos, evitando interferir en la programación y los horarios establecidos en los centros escolares.

Para el desarrollo de la sesión, se utiliza la plataforma docente online de la Universidad de Vigo, pero es posible usar cualquier entorno que permita a las mentoras y al alumnado (desde su centro docente) conectarse mediante videoconferencia. Es necesario, por tanto, que el centro disponga de un aula de audiovisuales o equivalente, con conexión a internet y un sistema de proyección y sonido (audio y micro).



Figura 1. Esquema del planteamiento y diseño de la actividad

Como se ha comentado, el núcleo de la sesión consiste en la realización de una serie de experiencias de laboratorio que se han virtualizado mediante la grabación de vídeos explicativos sobre las mismas. Además, se ha empleado la plataforma abierta de creación de contenidos «H5P», mediante la cual se ha generado un vídeo interactivo para favorecer el aprendizaje y la participación de las asistentes.

Asimismo, se ha querido generar un ambiente coherente con la temática de la sesión, dotando a todos los materiales y recursos (título, ambientes, presentación, etc.) de una estética común centrada en la idea de la combustión.

3. RESULTADOS

3.1. Descripción de la actividad. The She-ience Games: Catching Fire

Buscando aunar el concepto del taller (combustión, yincana) con la jornada a celebrar (mujer y niña en la ciencia), y teniendo en cuenta la franja de edad del público al que la actividad se dirige (niveles educativos de la ESO) se tomó como título de la actividad el de “*The She-ience Games: Catching Fire*”, haciendo referencia a una saga literaria y cinematográfica famosa entre los jóvenes.

La yincana virtual se compone principalmente de las siguientes fases: (I) Recibimiento y presentación de la actividad; (II) Fase explicativa en la que se introducen los conceptos funda-

mentales sobre combustión, reactivos y productos, tipos de llamas, aplicaciones, etc. mediante la visualización de experimentos virtualizados; (III) Fase activa o de competición, en la que mediante recursos interactivos y otras actividades como juegos de preguntas por equipos, se ponen a prueba los conocimientos adquiridos por los participantes durante las explicaciones anteriores.

La Tabla 1 incluye una descripción detallada de las tareas y actividades que conforman la yincana virtual, así como su desarrollo en el tiempo:

Tabla 1. Descripción del desarrollo de la sesión

Fase	Título actividad	Descripción
I	Introducción	Presentación de la actividad e introducción a los conceptos de combustión y aplicaciones. Se incluyen referencias a profesiones STEM relacionadas con el tema y se proponen ejemplos de referentes femeninas en estos ámbitos.
II	Tipos de llamas	A través de un vídeo explicativo se introducen conceptos sobre los tipos de llamas atendiendo a criterios físicos.
II	La magia de la combustión	Se trabajan los conceptos de triángulo de la combustión de forma lúdica (recurso audiovisual)
III	El silbido de la botella	Se les propone a las alumnas que indiquen los pasos a seguir para completar con éxito el experimento propuesto.
II	Fuego velirio	Se ahonda en la importancia de la calidad de la combustión y el efecto de la turbulencia sobre la propagación de la llama.
III	Quemapalabra	Juego de preguntas final, que servirá para repasar y afianzar los conceptos que se han visto a lo largo de la sesión.

3.2. Desarrollo

La actividad *The She-ience Games: Catching Fire* se impartió durante la conmemoración en la Universidad de Vigo del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, el 11 de febrero del 2021, que, por primera vez, se desarrolló por completo en modo virtual. La actividad, que mostró buena acogida, fue impartida a un grupo de 15 alumnas de 2º a 4º de la ESO, del colegio Alborada (Vigo).

Al inicio de la actividad, las alumnas configuraron cinco grupos de tres integrantes cada uno, conformando así los equipos que iban a competir en la yincana (Figura 3). Las mentoras comenzaron explicando conceptos de combustión (Fases I y II, Tabla 1), adaptando el discurso para que todas las alumnas, independientemente de su nivel académico, pudieran seguirlo sin dificultades. Como apoyo didáctico, se utilizaron vídeos explicativos en los que las propias mentoras eran las protagonistas y que las alumnas visualizaban en sus propios dispositivos (tabletas o móviles) accediendo mediante códigos QR.

Tras la introducción de conceptos usando los vídeos, se planteó la primera prueba de la yincana (Fase III, Tabla 1) que consistió en la visualización de un vídeo interactivo H5P durante el cual las alumnas debían resolver un problema planteado interactuando con un vídeo H5P que incluía preguntas de selección múltiple. Esta actividad fue una de las que más éxito tuvo, ya que gracias su enfoque lúdico, se pudo romper con la estructura didáctica tradicional empleada en las Fases I y II, convirtiéndose las alumnas en protagonistas de la sesión.



Figura 3. Materiales didácticos y capturas de pantalla de la sesión virtual.

Como última parte del taller, se desarrolló la actividad correspondiente a la *Fase 3* de la Tabla 1, basada en el famoso juego de “Pasapalabra” (pero denominado “Quemapalabra”, dada la temática de la actividad) y en el que todas las preguntas contenidas en el roscó guardaban relación con los conceptos explicados al comienzo de la sesión. Esta actividad se presentó como una alternativa altamente interesante para que las alumnas pudiesen repasar los conceptos explicados a lo largo de la actividad.

Al terminar la sesión, se reservaron los últimos minutos para hacer una ronda de preguntas y respuestas con las jóvenes, durante la cual, las mentoras dieron a conocer las áreas de investigación en las que desarrollan su carrera investigadora, con el fin de despertar el interés de las mismas hacia la rama científico-tecnológica.

4. CONCLUSIONES

En síntesis, la adaptación del taller de combustión a su modalidad virtual, en el marco de la celebración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia bajo las restricciones de movilidad y distanciamiento social debido a la pandemia COVID 19, ha resultado plenamente satisfactoria. Su desarrollo ha puesto de manifiesto que es posible una adaptación de las metodologías docentes al modo virtual incluso en talleres concebidos inicialmente como altamente manipulativos, permitiendo llegar a un público más amplio y heterogéneo, de una forma sencilla y cómoda, tanto para alumnas como para las mentoras.

Durante el desarrollo de la yincana virtual se comprobó una notable participación de las alumnas, incluso en mayor medida que en las sesiones presenciales de años anteriores. Además, se ha apreciado la gran motivación de las participantes a través de la gamificación, creando un ambiente más relajado que permite una mayor predisposición hacia la adquisición de nuevos conocimientos.

Asimismo, el feedback que se obtuvo en el turno de preguntas y respuestas realizado al final de la sesión permitió constatar que la impartición de talleres por parte de mujeres que hacen referencia a sus propias experiencias en el desarrollo de su actividad científica puede ser muy eficaz como herramienta para trasladar referentes STEM femeninos, sobre todo en este caso, en el que las alumnas demostraron cierto desconocimiento de figuras femeninas en este campo de conocimiento concreto.

Finalmente, la adaptación de la actividad a la modalidad virtual incrementa las posibilidades futuras de oferta de la actividad a colectivos o centros que tengan limitaciones de desplazamiento a la EMEE, permitiendo incrementar el acercamiento de la investigación que se desarrolla en la Universidade de Vigo a un mayor número de escolares.

REFERENCIAS

- Alonso, E.; Saavedra, A.; Rivas, T.; Torres, S.; Longo, A.; López, A.J. Araújo, M. *Gender research in engineering studies in Galicia: uopdate of academic data*. XI European Conference Gender Equality in Higher Education. 15-17 September 2021.
- Bello, A. (2020). *Las mujeres en Ciencias, Tecnología, ingeniería y Matemáticas en América Latina y el Caribe*. ONU Mujeres.
- Consellería de Cultura, Educación e Universidade. Xunta de Galicia. (2020). *Resolución de 26 de mayo de 2020 por la que se regula el bachillerato de excelencia en Ciencia y Tecnología (STEM-bach) para el curso 2020/2021*.
- Diekman, A. B., Brown, E. R., Johnston, A. M., & Clark, E. K. (2010). Seeking Congruity Between Goals and Roles:A New Look at Why Women Opt Out of Science, Technology, Engineering, and Mathematics Careers. *Psychological Science*, 21(8), 1051-1057. doi: 10.1177/0956797610377342
- Escuela de Ingeniería de Minas y Energía. Universidade de Vigo. Aula Abierta a la Tecnociencia. <http://minaseenerxia.uvigo.es/es/institutos/divulgacion/aula-abierta/>
- Grazzi, M., castillo, R., & Tacsir, E. (2014). *Women in Science and Technology. What does the literature say?*. Inter-American Development Bank. 32 pp
- Guenaga, M.L., Eguíluz, A., Menchaca, I., Garaizar, P., Fernández, L., Zarate, O. (2017). *INSPIRA, fomento de las vocaciones científico-tecnológicas en chicas mediante mentoría*: Universidad de Deusto. 88 pp.
- Ministerio de Industria, Ciencia y Tecnología. Gobierno de España. (2019). *Directrices Generales de la nueva política industrial 2030*: Gobierno de España. 29 pp.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. Gobierno de España. (2021) *Mujeres STEAM*. <https://www.educacionyfp.gob.es/mc/intercambia/mujeres-steam.html>
- Pérez, S. G. (2020). *A brief analysis of the situation of women in science, technology, engineering and mathematics*. Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings.
- UNESCO (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology,engineering and mathematics (STEM)*. Francia: UNESCO. 85 pp.

NUEVOS MODELOS Y PARADIGMAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Proyecto de actualización y mejora de la asignatura Diseño Digital en la ETSI de Telecomunicación de la Universidad de Málaga

F.J. González-Cañete^a, J.A. Rodríguez-Fernández^a,
R. Ron-Angevin^a, G. JoyaCaparrós^a y F. García-Lagos^a

fgc@uma.es; jarodriguez@uma.es; rron@uma.es; gjoya@uma.es; fgl@uma.es

^aUniversidad de Málaga, Departamento de Tecnología Electrónica, 29071, Málaga, España

ABSTRACT

This article describes the process taken in an Educational Innovation Project of the University of Málaga. The aim of this project was to update the subject Digital Design that is scheduled in the second course in every grades of the ETSI of Telecommunications.

The subject, until the course 2018/2019, was still using nomenclature and discrete electronic components that, although their functionality is still in use as functional concepts to design current digital electronic systems, the physical devices have already been substituted by more advanced tools and devices.

Consequently, the subject contents needed to be updated as well as the laboratory practices in order to evict obsolete technologies and work with new electronic design methodologies and technologies.

In addition and taking advantage of the subject modification, it was proposed to introduce new learning techniques in order to revitalize the lessons.

Keywords: digital electronics; digital design; FPGA; Project based learning; jigsaw methodology; flipped classroom.

RESUMEN

En el presente artículo se describe la experiencia de un Proyecto de Innovación Educativa de la Universidad de Málaga en el que objetivo era la actualización de la asignatura Diseño Digital impartida en el segundo curso de todas las titulaciones de grado ofertadas en la ETSI de Telecomunicación.

La asignatura, hasta el curso 2018/2019, seguía utilizando nomenclatura y dispositivos discretos de componentes electrónicos que, si bien conceptual-

mente siguen empleándose en el diseño de sistemas electrónicos digitales actuales, los dispositivos físicos ya han sido sustituidos por herramientas y dispositivos más avanzados.

Por lo tanto, la asignatura necesitaba de una puesta al día tanto en la orientación de su contenido como, sobre todo, en la concepción de las prácticas de laboratorio, para abandonar aquellas tecnologías que ya resultan obsoletas y abrazar las nuevas metodologías y tecnologías de diseño electrónico actuales.

Además, aprovechando la modificación de la asignatura, se propuso la introducción de nuevas técnicas de aprendizaje para hacer más dinámicas las clases.

Palabras clave: electrónica digital; diseño digital; FPGA; aprendizaje basado en proyectos; metodología puzzle; clase invertida.

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura Diseño Digital de los grados de la ETSI de Telecomunicación de la Universidad de Málaga es la asignatura heredera de las que existían en las titulaciones de Ingeniería e Ingeniería Técnica de Telecomunicación denominadas Electrónica Digital I y Electrónica Digital II. Cuando se realizaron los cambios de planes de estudio al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) pasó a denominarse Diseño Digital y es una asignatura de 6 créditos ECTS del primer semestre del segundo curso de todas las titulaciones de la ETSI de Telecomunicación de la Universidad de Málaga.

La asignatura Diseño Digital en los nuevos grados heredó temario de parte de las asignaturas de los planes de estudio anteriores, quedando el resto del contenido eliminado o repartido entre las asignaturas Tecnología Electrónica (segundo semestre de primer curso en todos los grados) y Diseño Digital Avanzado (tercer curso del Grado en Sistemas Electrónicos). Esta redistribución de contenidos se realizó sin actualizar dichos contenidos ni realizar un estudio que permitiera identificar aquellas partes del temario que pudieran haber quedado obsoletas con el tiempo. Por lo tanto, los contenidos y enfoques de la asignatura Diseño Digital, aunque sus docentes han ido actualizando algunos aspectos, seguían teniendo el enfoque que se le dio a las asignaturas de Electrónica Digital cuando se desarrollaron sus temarios al crearse la ETSI de Telecomunicación allá por el año 1988.

Como era de esperar, y así queda patente en el día a día, en estos últimos treinta años la electrónica digital ha avanzado enormemente y, por tanto, la asignatura Diseño Digital debía ser actualizada en consecuencia. En este sentido, la actualización de la asignatura debía llevarse a cabo por dos vías: la primera es con el contenido teórico de la misma y la segunda, por las prácticas que el alumnado realiza en los laboratorios docentes en los que llevan a la práctica los conocimientos adquiridos para realizar uno o varios diseños de circuitos electrónicos digitales.

Con respecto a los contenidos teóricos, cabe recalcar que la base de los mismos no ha cambiado con el tiempo. Sin embargo, en la parte teórica se estudian componentes electrónicos concretos que implementan las funcionalidades estudiadas. Estos componentes electrónicos específicos, si bien aún pueden encontrarse en las tiendas de electrónica, no se usan en diseños electrónicos actuales en la industria. Además, cada vez resultaba más complicado suministrar dichos componentes electrónicos ya que se nutren de remanentes de fabricación.

Con respecto a las prácticas en el laboratorio, el alumnado tenía que realizar un diseño electrónico digital siguiendo unas especificaciones y, posteriormente, montarlo en una placa de prototipos usando los componentes mencionados anteriormente y que, como ya se ha comentado, están obsoletos. El profesorado de la asignatura comprobó que, conforme iban pasando los años, las tiendas de electrónica cada vez tenían más problemas de suministro de dichos componentes ya que se nutren de remanentes de fabricación que quedaron sin vender en los años 80 y 90. También se constató que, con cada vez más frecuencia, los componentes

electrónicos adquiridos eran defectuosos. Esta última circunstancia resultaba preocupante ya que el alumnado tenía un tiempo limitado para hacer funcionar sus diseños y, en demasiadas ocasiones, el tiempo perdido debido a componentes que no funcionaban resultaba excesivo. Además, esto causaba una gran ansiedad en el alumnado que veía que no conseguía hacer funcionar un circuito por razones ajenas y que no podían controlar.

La competencia específica CO-10 de la asignatura Diseño Digital establece “Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos de hardware”. Esta metodología de descripción hardware es la que, por regla general, se utiliza en diseños actuales. Sin embargo, aunque estos lenguajes de descripción hardware se incluyen en el temario de la asignatura, apenas se ponían en práctica más allá de una simulación funcional de los mismos mediante una sesión de laboratorio en la que el alumnado diseñaba un hardware usando dichos lenguajes y que después simulaban, pero no veían funcionando en un hardware real en el que se implemente mediante dispositivos lógicos programables como CPLD (Complex Programmable Logic Device) o FPGA (Field Programmable Gate Array). Debido a la facilidad de uso que ofrecen este tipo de plataformas de desarrollo en comparación con las usadas anteriormente, las prácticas de laboratorio podían estar orientadas a la realización de un proyecto relativamente complejo y, de esta forma, usar una metodología ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos).

Todas estas razones nos hicieron plantearnos la remodelación y reorientación de la asignatura Diseño Digital tanto a nivel de su contenido teórico como de sus prácticas de laboratorio y metodología.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La presente experiencia docente está enmarcada en el proyecto de innovación educativa PIE19-052 de la Universidad de Málaga durante los cursos 19/20 y 20/21. Tal y como se ha comentado anteriormente, para la modificación de la asignatura Diseño Digital se plantearon tres objetivos diferenciados que serán desarrollados a continuación.

2.1. Rediseño del contenido teórico

Todos los contenidos de la asignatura estaban orientados al uso de la familia TTL y, más concretamente, a los componentes de la serie 74. Estos componentes discretos, como ya se ha comentado previamente, son raramente empleados en diseños electrónicos actuales, por lo que su estudio pormenorizado de cada uno de ellos diluía la importancia del comportamiento funcional de cada componente en favor de las particularidades de cada uno restándole generalidad. Además, se usaba la representación IEEE de los componentes electrónicos ya que era la que se utilizaba en el software de diseño y simulación usado en las prácticas de laboratorio. Este modo de representación de los circuitos no es ampliamente usado en la industria y hacía, además, que tuviera que ser explicado en clase ya que no resulta nada evidente, sino que tiene sus propias reglas y nomenclaturas.

Por todo ello se decidió rediseñar el contenido teórico de la asignatura en estos términos:

- Eliminar las referencias y explicaciones detalladas de componentes electrónicos concretos que están obsoletos.
- Reorientar el contenido hacia el funcionamiento conceptual de los elementos básicos que componen los circuitos electrónicos digitales.

- Añadir los contenidos relacionados con los dispositivos lógicos programables (CPLD y FPGA), que son los más usados en la actualidad para el diseño digital hardware y que va a ser el que se use en las prácticas de laboratorio.

2.2. Rediseño de las prácticas de laboratorio

Como consecuencia de las decisiones llevadas a cabo con respecto a los contenidos teóricos, se decidió sustituir el software de diseño y simulación de circuitos empleado hasta el momento (Cadence Orcad (Cadence Orcad, 2021), software de pago licenciado por la Universidad de Málaga), que está completamente orientado al diseño por componentes discretos digitales de la serie 74 TTL, y sustituirlo por un software de diseño y simulación que permitiera usar los componentes lógicos digitales de forma genérica sin necesidad de usar modelos de circuitos concretos. Dicho entorno de diseño y simulación debía ser capaz, además, de generar el código del lenguaje de descripción hardware elegido para poder trasladarlo a un dispositivo lógico programable y poder así comprobar el funcionamiento de los diseños en un hardware real. El entorno que cumplía dichas características es Deeds (Digital Electronics Education and Design Suite) (Figura 1) (Deeds Circuit Simulator, 2021), un software de diseño y simulación de electrónica digital desarrollado en la Universidad de Génova (Italia) que, además, es completamente gratuito y está en continuo desarrollo.

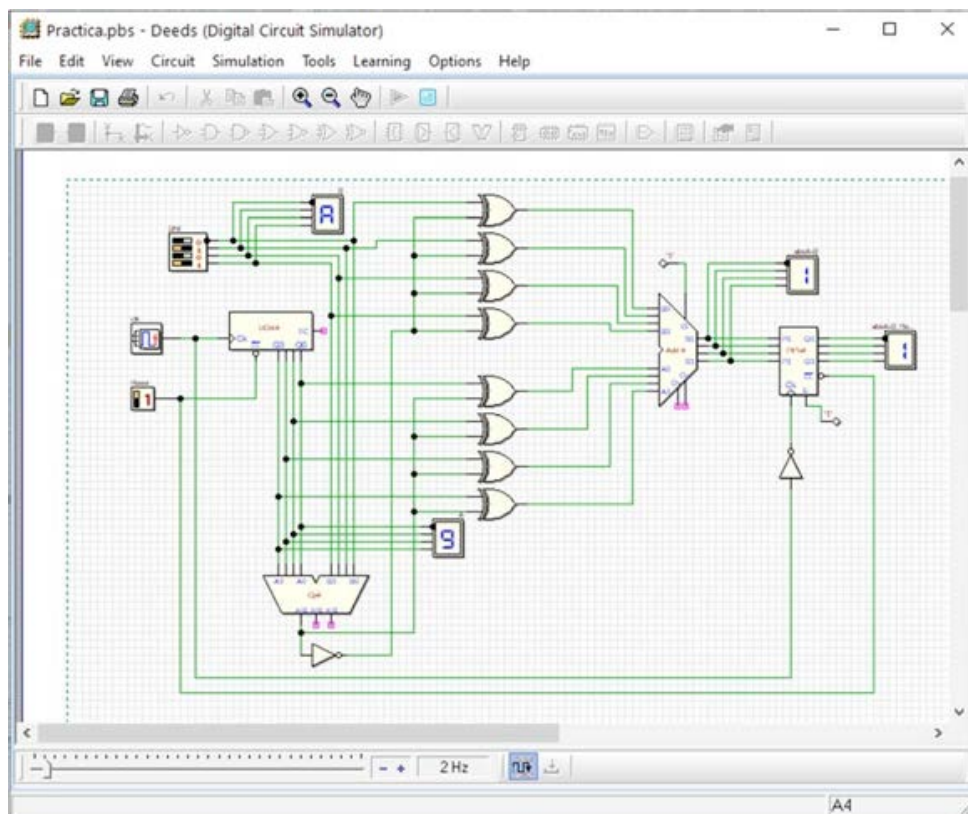


Figura 1. Deeds Circuit Simulator durante una simulación interactiva

Deeds permite, entre otros, el diseño con lógica combinacional y secuencial, máquinas de estados finitos, diseño de bloques funcionales definidos por el usuario y programación y testeo en FPGA. La suite Deeds está dividida en tres programas: Deeds-DcS (Digital Circuit Simulator), Deeds-FsM (Finite State Machine Simulator) y Deeds-McE (Micro Computer Emulator). Para la asignatura se ha usado Deeds-DcS ya que ofrece un editor de esquemáticos

de circuitos digitales, simulación lógica interactiva y simulación lógica temporal, además de que convierte los esquemáticos a código VHDL para poder ser implementados en FPGA.

Especialmente interesante resulta la simulación lógica interactiva, no solo en la realización de las prácticas, sino también a la hora de mostrar el funcionamiento en las sesiones de teoría, ya que permite comprobar de forma visual y muy sencilla el funcionamiento de los circuitos digitales.

De entre los dispositivos lógicos programables con los que es compatible Deeds, se eligió la placa de desarrollo DE10-Lite de Terasic Technologies (Figura 2) (Terasic DE10-Lite Board, 2021), que monta una FPGA Altera MAX 10, es fácilmente configurable mediante JTAG por USB e implementa diez switches, ocho displays de 7 segmentos, diez leds y dos botones para poder realizar prácticas de manejo de los mismos o de configuración y visualización de datos. Además, existe un programa para universidades que permite adquirir dichas placas de desarrollo a un precio más económico.

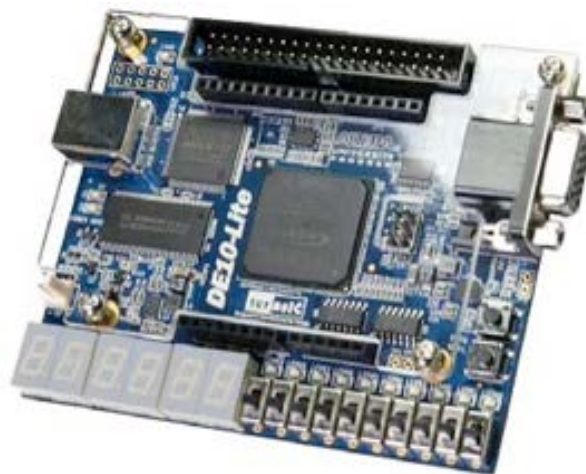


Figura 2. Placa de desarrollo Terasic DE10-Lite

Una vez elegido el software de diseño y simulación y la placa de desarrollo a usar, se rediseñaron todas las prácticas de laboratorio para que encajaran perfectamente con los contenidos teóricos. Además, al poder implementar sobre FPGA los diseños en lugar de tener que implementarlos con componentes discretos sobre una placa de prototipos, ha permitido realizar diseños más complejos y prácticos.

2.3. Introducción de nuevas metodologías de enseñanza/aprendizaje

Aprovechando los cambios introducidos en la asignatura se introdujeron de forma experimental nuevas metodologías de enseñanza/aprendizaje. El objetivo era dinamizar las clases teóricas en el aula y acercar las prácticas de laboratorio a la experiencia de trabajo por proyectos propios de la industria.

Las prácticas de laboratorio fueron adaptadas para que siguieran un modelo de aprendizaje basado en proyectos. Se propuso un diseño complejo que debía ser dividido en partes y se iría implementando con los componentes estudiados en la parte teórica de la asignatura. De esta forma se pondrían en práctica los conceptos teóricos para conseguir realizar la implementación de un proyecto completo.

Se aplicó la metodología puzzle (Perkins & Saris, 2001) a una parte del temario para que el alumnado tomara un papel protagonista en su proceso de aprendizaje. La metodología

puzzle consiste en la realización de grupos de trabajo, con lo que se trabaja la competencia de trabajo en equipo. En cada grupo de trabajo, cada integrante se ocupa de preparar una parte de los contenidos a estudiar buscando información, proponiendo ejercicios de refuerzo..., con lo que cada alumno o alumna se hará “experto” en la parte que le ha tocado preparar. En una sesión en el aula se reúnen todos los “expertos” de un determinado tema para poner en común sus contenidos, ejercicios, etc. Una vez unificados los contenidos y en otra sesión en el aula se reunirán los integrantes de cada grupo para que se “expliquen” unos a otros los contenidos que les ha tocado preparar. De esta forma cada alumno o alumna se convierte también en profesor o profesora de sus iguales.

Concretamente se decidió hacer grupos de tres personas con los que había que repartir los siguientes temas: codificadores/decodificadores, comparadores, sumadores/restadores. El reparto de estos temas los realiza el alumnado de cada grupo.

Como resultado de esta experiencia se genera un documento por cada grupo de trabajo con los apuntes y ejercicios de los tres temas propuestos.

Se aplicó también la metodología de clase invertida (*flipped classroom*) (Baker, 2000) a una parte del temario para dinamizar el aprendizaje. En esta metodología se le facilita al alumnado el material del tema a tratar (apuntes y vídeos explicativos) y en el aula se realizan ejercicios tipo test usando aplicaciones online como Socrative (Socrative, 2021) o Kahoot (Kahoot!, 2021) para afianzar los conocimientos adquiridos. El uso de este tipo de aplicaciones aplica gamificación al proceso de enseñanza/aprendizaje, con lo que las clases se hacen mucho más dinámicas y entretenidas, huyendo de esta forma de las explicaciones clásicas en pizarra. Concretamente, se aplicó esta metodología en el aprendizaje de las máquinas de estados finitos.

3. ADAPTACIÓN AL ESCENARIO COVID-19

Todas las modificaciones y adaptaciones a la asignatura Diseño Digital comentadas en el apartado anterior fueron implementadas en el primer semestre del curso 2019/2020 por lo que fue previo al confinamiento sufrido debido a la pandemia de Covid-19 y todas las actividades pudieron realizarse de forma presencial como estaban previstas. Sin embargo, durante el segundo curso de aplicación de esta experiencia nos encontramos con serias limitaciones a la hora de realizar algunas de las actividades planteadas debido a que las medidas sanitarias desaconsejaban o directamente prohibían las clases presenciales que tuvieron que ser substituidas por clases online.

Con respecto a las prácticas de laboratorio, se trasladó la experiencia a videoconferencias a través de Microsoft Teams en las que el alumnado diseñaba el circuito correspondiente a la práctica y el profesorado estaba disponible para resolver las posibles dudas que se fueran planteando. Posteriormente, una vez que los diseños estaban concluidos, se procedía a ir al laboratorio para implementar en la placa de desarrollo y tomar las medidas y comprobaciones mediante analizador lógico que se pedían en las prácticas. De esta forma, se minimizó el uso de laboratorios docentes y la presencia del alumnado en los mismos.

Por otro lado, la metodología puzzle también tuvo que ser adaptada ya que no se permitía el uso de las instalaciones de la ETSI de Telecomunicación más que para clases prácticas de laboratorio, por lo que se dispuso de salas de videoconferencia de MS Teams en las que estaban los expertos de cada grupo para la primera sesión y salas para cada grupo de trabajo en la segunda sesión. El profesorado iba rotando entre todas las salas de videoconferencia para realizar un control de la evolución del desempeño del alumnado en cada una de ellas.

Finalmente, la actividad de clase invertida no sufrió un cambio significativo ya que parte del trabajo lo realiza el alumnado en su domicilio y la sesión común de resolución de test se pudo realizar online al usarse Socrative como herramienta de test online, si bien, la puesta en común fue realizada mediante videoconferencia.

4. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado el trabajo realizado durante el desarrollo de un proyecto de innovación educativa cuyo objetivo era la adaptación y mejora de los contenidos, tanto teóricos como prácticos y metodológicos, de la asignatura Diseño Digital de la ETSI de Telecomunicación de la Universidad de Málaga.

Los resultados obtenidos son mayoritariamente de material docente como nuevas transparencias de todo el temario de la asignatura, nuevas relaciones de ejercicios adaptadas a la nomenclatura del nuevo software de diseño de circuitos elegido y tutoriales de uso del nuevo software de diseño de circuitos.

Por otro lado, aunque no se han realizado encuestas formales al respecto, nos consta que el alumnado ha considerado muy satisfactoria la inclusión de la actividad puzzle y la clase invertida al romper la clásica forma de llevar las clases de contenido teórico. El alumnado consideró amenas y diferentes estas clases, aspecto que agradecían.

REFERENCIAS

- Baker, J. W. (2000). The 'Classroom Flip': Using Web Course Management Tools to Become the Guide by the Side.
- Cadence Orcad. (2021). Retrieved 14 May 2021, from <https://www.orcad.com/>
- Deeds Circuit Simulator. (2021). Retrieved from <https://www.digitalelectronicsdeeds.com/>
- Kahoot! (2021). Retrieved 14 May 2021, from <https://kahoot.com/schools-u/>
- Perkins, D. V, & Saris, R. N. (2001). A "Jigsaw Classroom" Technique for Undergraduate Statistics Courses. *Teaching of Psychology*, 28(2), 111-113.
- Socrative. (2021). Retrieved 14 May 2021, from <https://www.socrative.com/>
- Terasic DE10-Lite Board. (2021). Retrieved from <https://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&No=1021>

Mejorando la adaptación inicial del estudiante a través de un plan de atención individualizada. Experiencia en el Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación

José A. Ballesteros^a, Marcos D. Fernández^a, Raquel Cervigón^a,
Benito del Rincón^b, José L. Gonzalez-Geraldo^b,
Miguel Ángel López^a, Arturo Martínez-Rodrigo^c,
Raquel Martínez^a, César Sánchez^a, Juan Manuel Sánchez^a

Josea.Ballesteros@uclm.es; Marcos.Fernandez@uclm.es; Raquel.Cervigon@uclm.es;
Benito.Rincon@uclm.es; JoseLuis.GGeraldo@uclm.es; MAngel.Lopez@uclm.es;
Arturo.Martinez@uclm.es; Raquel.Martinez@uclm.es; Cesar.Sanchez@uclm.es;
JuanManuel.Sanchez@uclm.es

^a Universidad de Castilla-La Mancha, Escuela Politécnica de Cuenca,
Campus Universitario, 16071, Cuenca, España

^b Universidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades.
Avda. Los Alfares 44, 16071. Cuenca, España

^c Universidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Comunicación,
Campus Universitario, 16071, Cuenca, España

ABSTRACT

The induction process of the students from High School to University is not always easy, mainly in degrees related with engineering because of the inherent difficulty of the subjects. An individual attention plan is introduced to help them at this point and avoid early drop out of their degree studies.

According to the experts, in higher education, student success is determined by the first year and it is an important goal to implement student support programs. Moreover, literature shows that peer-mentoring programs play an important role in this process, reducing the anxiety levels and helping to reduce critical decisions.

This individual attention plan consists of the following actions: a welcome day, a teacher-tutor assignment, a peer-mentoring assignment, an initiation course and periodic meetings with the academic first-year supervisor.

To highlight the effectiveness of the plan, different surveys were fulfilled by new students, student-mentors and teachers. Results obtained show a positive effect of the actions carried out and encourage the continuity of this plan for coming years.

Keywords: peer-mentoring; peer-tutoring; teacher-tutor; higher education.

RESUMEN

La transición de los alumnos desde el instituto a la universidad no resulta siempre fácil, principalmente en aquellos grados relacionados con la ingeniería debido a la inherente dificultad de las materias que se abordan. Teniendo esto en cuenta, se ha propuesto un plan de atención individual para ayudar a los estudiantes en este proceso y evitar el abandono temprano de sus estudios de grado.

Según los expertos, en educación superior, el éxito de los estudiantes viene determinado por su primer año, considerándose un objetivo prioritario los programas de ayuda a los mismos. Además, en la literatura se muestra cómo los programas de mentoría juegan un papel importante en este proceso, rebajando los niveles de ansiedad y ayudando a reducir las decisiones críticas.

Este plan de atención individual consiste en las siguientes acciones: una jornada de bienvenida, la asignación de un profesor-tutor y de un mentor, un curso de nivelación inicial y reuniones periódicas con el coordinador de primer curso.

Para comprobar la efectividad del plan propuesto, se ha procedido a encuestar a los estudiantes de nuevo ingreso, a los mentores y a los profesores. Los resultados obtenidos muestran un efecto positivo de las acciones llevadas a cabo, y fortalecen la continuidad de este plan en años venideros.

Palabras clave: Mentoría; tutorización; profesor-tutor; educación superior.

1. INTRODUCCIÓN

El paso de la enseñanza secundaria a la universidad implica un proceso de adaptación (nuevas asignaturas, profesores, metodologías, amigos, etc.) que puede ser traumático para los estudiantes y condicionar su futuro profesional y personal (Cook, 2003). Además, estos problemas se ven incrementados si los estudios a cursar son de ingeniería, debido a la dificultad intrínseca de los mismos (Hernández-Armenteros, 2020).

La mezcla de todos esos factores puede desembocar en dos vías: una primera y favorable, en la que el estudiante consigue adaptarse y salir adelante sin ayuda, aunque con mucho esfuerzo; y una segunda, menos favorable, en la que el estudiante experimenta grandes dosis de frustración, y que en el peor de los casos puede conducir al abandono de los estudios.

La mentoría, como piedra angular de esta propuesta, juega un rol importante en este proceso, tal y como se demuestra en muchas experiencias llevadas a cabo en universidades extranjeras (Saunders, 1992; Baudrit, 1999; Falchikov, 2001; Dearlove et al., 2007) y españolas (Rodríguez et al., 2003; Durán y Flores, 2014; Llanes et al., 2017), y en estudios focalizados específicamente en estudiantes de primer año (Marchena et al. 2011; CasadoMuñoz, Lezcano-Barbero y Colomer-Feliu, 2015). En cuanto a la relación con las tutorías, un concepto teóricamente más amplio, la mentoría entre iguales se puede ver como una metodología excelente implementada en la European Higher Education Area (EHEA) (Fernández-Saliner, 2014).

Tomando lo anterior como punto de partida, este artículo describe un programa de atención personalizada con acciones específicas encaminadas a ayudar a los estudiantes en su proceso de adaptación desde la educación secundaria a la universidad.

2. PROGRAMA DE ATENCIÓN INDIVIDUAL

El programa de atención individual se ha desarrollado durante cinco años en el Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación y se compone de las siguientes acciones:

1. Realización de una jornada de bienvenida para los estudiantes de nuevo ingreso.

2. Asignación de un profesor-tutor académico personal que realice el seguimiento de la trayectoria en los estudios y actúe como consejero académico.
3. Asignación de un alumno-mentor de 4º curso que actúe como consejero y guía en la adaptación a la vida universitaria.
4. Implementación de un curso de nivelación inicial integrado en la formación reglada que sirva para homogeneizar los conocimientos fundamentales necesarios para abordar las asignaturas básicas de la titulación.
5. Mantenimiento de reuniones periódicas con el coordinador de primer curso para realizar el seguimiento del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje y recopilar las opiniones y sugerencias de los estudiantes.

2.1. Jornada de Bienvenida

La jornada de bienvenida es lo primero que se encuentra un estudiante al llegar a la Escuela. Se trata de una jornada específicamente diseñada de forma que suponga una aproximación amable y de confraternización para adaptarse a su nueva actividad discente.

De la organización de esta jornada se encarga la Dirección del centro, que articula un horario especial para ese primer día que comienza con una recepción y bienvenida a todos los nuevos alumnos, donde el director les presenta la UCLM y la Escuela Politécnica de Cuenca; acto seguido el jefe de estudios los conduce hasta su aula habitual para presentarles los estudios y explicarles el funcionamiento de la docencia universitaria. También se les presenta al profesorado del primer semestre y sobre todo al coordinador de primer curso y al coordinador de titulación. Además, en ese encuentro se les asignan los mentores y se les presenta el curso de nivelación que comenzarán al día siguiente. Después se les conduce por toda la Escuela en una visita guiada para que conozcan su entorno inmediato (clases y laboratorios) y sepan dónde acudir en todo momento.

2.2. Tutor Académico

Se asigna a cada profesor un grupo de estudiantes a tutorizar. Estos estudiantes se asignan por orden de lista a los distintos profesores que imparten docencia en el grado, salvo en el caso de alumnos extranjeros o que requieran una atención especial, en cuyo caso se busca que el tutor domine el inglés o sea el propio coordinador de primero o de movilidad, buscando siempre la mayor cercanía posible.

A cada tutor se le suelen asignar 2 o 3 alumnos nuevos cada año, que serán tutorizados durante toda la duración del grado, contando cada tutor con alrededor de 10 o 12 alumnos para tutorizar en total entre los distintos cursos que componen el grado.

Al menos cada semestre, o bajo aviso de los estudiantes, se realizan reuniones de seguimiento. Estas tutorías, que son totalmente confidenciales, no son las típicas tutorías académicas de las asignaturas, sino que han de ir enfocadas hacia la orientación académica, el apoyo y el consejo a los estudiantes sobre las asignaturas en las que debe matricularse, las prácticas en empresa o el Trabajo Fin de Grado, entre otras cuestiones.

2.3. Mentoría Entre Iguales

Se propone a estudiantes del último curso de grado la colaboración como mentores de estudiantes de primer curso para aconsejarles, guiarles y ayudarles durante su primer curso en

el centro, y en particular a lo largo del primer semestre, facilitándoles la adaptación a la vida universitaria desde su propia experiencia personal.

Los estudiantes interesados en actuar como mentores se registran voluntariamente en un curso de formación complementaria. Estos estudiantes, durante varias sesiones preparatorias, reciben la formación necesaria en el rol de mentores y las tareas a desarrollar durante la actividad de mentoría. Durante el desarrollo de la actividad, los mentores se reúnen periódicamente con el coordinador de título para analizar el desarrollo de la actividad y solucionar los problemas que se les planteen.

Los alumnos de primer curso se asignan por orden de lista a los distintos mentores, salvo en el caso de alumnos extranjeros, en cuyo caso se busca que el mentor sepa inglés. Cada mentor suele mentorizar entre 4 y 6 alumnos, por lo que el seguimiento de los mismos es asequible y se realiza en grupos reducidos y en un ambiente cercano.

2.4. Curso de nivelación

Con el fin de homogeneizar el nivel de los estudiantes de nuevo ingreso en las asignaturas básicas, se propone un curso de nivelación inicial que se desarrolla durante las dos primeras semanas del curso. En este curso se revisan los conocimientos de matemáticas y física, y se introducen algunos contenidos de electrónica e informática.

Para llevar a cabo este curso de nivelación, se adapta el horario del primer semestre y todos los estudiantes de primer curso se matriculan por defecto en dicho curso sin coste alguno.

Las metodologías empleadas en este curso de nivelación se basan fundamentalmente en clases prácticas consistentes en la resolución de problemas, prácticas de laboratorio, talleres, etc., en detrimento de otras metodologías como la clase magistral. Los materiales de clase se adaptan para servir de repaso de aquellos conceptos vistos en la educación secundaria o para introducir conceptos específicos.

2.5. Reuniones con el Coordinador de Primer Curso

El coordinador de primer curso realiza reuniones periódicas con los alumnos de ese curso con el fin de comprobar las cargas docentes de las distintas asignaturas, los problemas que puedan surgir, etc., para así ir introduciendo modificaciones en la coordinación que redunden en un proceso de mejora continua. También recoge las opiniones y sugerencias de los estudiantes trasladándolas a quien corresponda para que se valoren en su justa medida y se lleven a la práctica si se estima oportuno.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para evaluar la efectividad del plan de atención individualizada se solicita a los estudiantes de primer curso, los mentores y los profesores la compleción de una serie de encuestas diseñadas *ad hoc*. Las encuestas que se han desarrollado son las siguientes:

- Encuesta sobre el curso de nivelación, cumplimentada por todos los alumnos de nuevo ingreso.
- Encuesta sobre el curso de nivelación y su impacto en las asignaturas de primero, rellenada por los profesores de primer curso.
- Encuestas sobre el programa de mentoría entre iguales, cumplimentada por los alumnos de nuevo ingreso y los mentores.
- Encuesta general del curso, cumplimentada por todos los alumnos de nuevo ingreso.

Además, se solicita a cada profesor un informe sobre la actividad desarrollada en las tutorías individualizadas, que se remite al final del curso académico respetando la confidencialidad de los temas tratados.

Los resultados obtenidos en estas encuestas se desarrollan en las secciones siguientes.

3.1. Curso de Nivelación

Para evaluar la efectividad de esta acción se desarrollaron dos encuestas que se cumplimentan al final de la actividad, tanto por los alumnos de nuevo ingreso como por los profesores de primer curso.

Casi todos los alumnos de nuevo ingreso asisten regularmente al curso de nivelación. De acuerdo con sus opiniones, este curso está considerado como útil y presenta un horario adecuado. Además, las metodologías, materiales y clases se consideran apropiados.

Tras el curso de nivelación, los estudiantes consideran que están mejor cualificados para afrontar las asignaturas del grado, aunque los contenidos impartidos son simplemente un repaso de los vistos en la educación secundaria.

De acuerdo con la opinión de los profesores de primer curso, el curso de nivelación es evaluado positivamente, presentando un horario, clases y materiales apropiados.

En las asignaturas que se imparten en educación secundaria, los profesores notaron una mejora en el conocimiento de los estudiantes gracias al curso de nivelación. No obstante, este no fue el caso de otras asignaturas, considerándose, aún así, el curso como útil.

Clases más dinámicas y una mejora en los resultados son también evidencias del grado de éxito del curso de nivelación en los alumnos de grado. Una consecuencia adicional de este curso de nivelación inicial es el retraso de dos semanas en el comienzo de las clases regulares para los estudiantes de primer curso. De esa manera también se consigue evitar el constante goteo de estudiantes de primero que se produce a principios de curso (motivado por causas ajenas al centro) que se incorporan cuando las asignaturas básicas ya han comenzado.

Estudiantes y profesores consideran que el curso de nivelación inicial debería repetirse. A pesar de ello, cada año se va adaptando el horario y el contenido del curso.

3.2. Mentoría Entre Iguales

Una vez concluida la actividad de mentoría, tanto los mentorizados como los mentores cumplimentan sendas encuestas con el fin de evaluar la actividad.

Las reuniones entre ambas partes se desarrollaron tanto en persona como de forma telemática, siendo los temas principales de las mismas los siguientes:

- Información sobre las asignaturas (priorización, desarrollo del curso, cómo afrontar los exámenes, etc.).
- Información sobre el campus y las actividades deportivas.
- Información sobre la ciudad.
- Desarrollo del curso de nivelación.

Los estudiantes de nuevo ingreso ven el programa como muy útil; sin embargo, algunos de ellos cuestionan la utilidad de las metodologías empleadas. Esta opinión depende del mentor asignado y se ha ido revisando paulatinamente en las sesiones de formación de los mentores, con el fin de que todos los mentores utilicen metodologías lo más similares posibles.

La actividad se valora positivamente por todos los agentes implicados y consideran que debería repetirse. Además, los estudiantes de nuevo ingreso manifiestan estar dispuestos a ser mentores durante su último curso de grado.

Los resultados de la encuesta a los mentores refuerza las opiniones vertidas por los mentorizados. No obstante, las sesiones de formación se han ido actualizando (y deben seguir actualizándose) año tras año clarificando el rol del mentor y desarrollando una explicación más clara de las herramientas necesarias para llevar a cabo la actividad.

De acuerdo con los comentarios de los estudiantes de nuevo ingreso y los mentores, la actividad contribuye a una mejor adaptación a la ciudad y al grado, así como a un mejor conocimiento de las asignaturas y la forma de afrontar el grado. Además, la literatura muestra que la mentoría es una buena metodología para rebajar los niveles de ansiedad (Knight, Dipper and Cruice, 2016), que puede ayudar a reducir los índices de abandono.

3.3. Tutor Personal

Al final del curso se solicitó a los profesores del grado un pequeño informe para evaluar las tutorías personales.

Los temas que se han tratado con mayor frecuencia durante las reuniones entre alumnos de nuevo ingreso y tutores personales pueden resumirse en los siguientes:

- Expectativas sobre el grado.
- Desarrollo del primer curso.
- Problemas puntuales con algunos profesores.
- Dificultades para afrontar algunas asignaturas.
- Matrícula del curso siguiente.
- Cursos de formación complementaria.

3.4. Plan de Atención Individualizada

Durante la última semana del curso los estudiantes de nuevo ingreso contestaron a una encuesta final acerca de cada una de las acciones detalladas en la sección 2. Esta encuesta final complementa los datos obtenidos en las distintas encuestas parciales y los informes de tutorías. A continuación se muestran los principales resultados.

Los estudiantes de nuevo ingreso consideran la jornada de bienvenida como muy útil para conocer el grado y la Escuela, recomendando encarecidamente su continuidad.

Acerca de las reuniones con el coordinador de primero, los estudiantes consideran que se trata de una actividad útil y admiten que sus sugerencias han sido tenidas en cuenta.

Las respuestas acerca del curso de nivelación, plan de mentoría y tutorías personales corroboran los resultados obtenidos en las encuestas específicas de estas acciones.

Todas las actividades son consideradas como útiles y los alumnos de nuevo ingreso valoran positivamente el plan de atención individual, considerando que debe continuar.

4. CONCLUSIONES

La adaptación de los alumnos de secundaria a la universidad no siempre es un proceso sencillo. Por ello, con el fin de facilitar dicha adaptación de los alumnos se ha desarrollado un plan de atención individual consistente en: una jornada de bienvenida, la asignación de un tutor

personal y de un mentor, un curso de nivelación y reuniones periódicas con el coordinador de primer curso.

Las encuestas cumplimentadas por los estudiantes de nuevo ingreso, los mentores y los profesores de primer curso muestran que el plan de atención individual es una actividad positiva, considerándose que deben continuar todas las acciones con ligeras adaptaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede concluir que el plan de atención individual se ha desarrollado con éxito y que es una herramienta potente para ayudar a los estudiantes en un punto clave de su educación, evitando el abandono temprano de los estudios.

REFERENCIAS

- Baudrit, A. (1999). *Tuteur: une place, des fonctions, un métier?* Paris: Presses Universitaires de France.
- Casado-Muñoz, R., Lezcano-Barbero, F. y Colomer-Feliu, J. (2015). Diez pasos clave en el desarrollo de un programa de mentoría universitaria para estudiantes de nuevo ingreso. *Revista Electrónica Educare*, 19(2), 155-180.
- Cook, Ch. M. (2003). Orienting students to university life and enhancing their engagement with learning: Lessons from the US experience. En Michavila, F. y García Delgado, J. *La tutoría y los nuevos modos de aprendizaje en la universidad*. Madrid: Cátedra UNESCO y Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, pp. 19-32.
- Dearlove, J., Farrell, H., Handa, N. & Pastore, C. (2007). The Evolution of Peer Mentoring at the University of Western Sydney. *Journal of the Australia and New Zealand Student Services Association*, 29 (April), 21-35.
- Duran, D. y Flores, M. (2014). Prácticas de tutoría entre iguales en universidades del Estado español y de Iberoamérica. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 13(1), 5-17.
- Falchikov, N. (2001). *Learning together. Peer tutoring in higher education*. London: Psychology Press.
- Fernández-Salineró, C. (2014). La tutoría Universitaria en el escenario del Espacio Europeo de Educación superior: perfiles actuales. *Teoría de la educación*, 26(1), 161-186.
- Hernández-Armenteros, J., Pérez-García, J. A. (2020). *La Universidad Española en Cifras 2017/2018*. Madrid: Conferencia de Rectores de Universidades Españolas.
- Knight, R. A., Dipper, L. & Cruice, M. (2016). Viva survivors- the effect of peer-mentoring on previva anxiety in early-years students. *Studies in Higher Education*, 43(1), 190-199.
- Llanes, J.; Quiles-Fernández, E. & Noguera, E. (2017). La tutoría entre iguales: una experiencia del grado de pedagogía de la Universidad de Barcelona. *REDU Revista de Docencia Universitaria*, 15 (2), 229-244. Retrieved January 19, 2019, de <https://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/7126/9205>.
- Marchena, E., Menacho, I., Araujo, A. M., Romero, C, Navarro, J. I. & Aguilar, M. (2011). Tutoría entre iguales: Acogida y adaptación en educación superior. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(3), 667-676.
- Rodríguez Monzonis, C.; Cáceres, P. y García Félix, E. (2003) Evaluación del programa alumno-tutor en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la UPV. En Álvarez Pérez, P. y Jiménez Betancort, H. *Tutoría Universitaria*. La Laguna. Sta. Cruz de Tenerife: Servicio de Publicaciones.
- Saunders, D. (1992). Peer tutoring in higher education. *Studies i Higher Education*, 17, 211 – 218.

Aprendizaje y acreditación basado en la experiencia laboral o en vías no formales: nuevo referente en la enseñanza-aprendizaje

Elena María Castilla Mora

elenacastilla0@gmail.com

Doctorando “Programa de Doctorado en Ciencias Sociales y de la Educación”.
(Universidad de Huelva)

ABSTRACT

This paper focuses on the accreditation of professional qualifications acquired by people through work experience or non-formal training in the European Higher Education Area as an important strategy of current teaching-learning policy.

Firstly, professional qualifications are shown as a resource for the improvement of professional competences required by the labour market. Afterthat, accreditation by professional experience is discussed as a strategy to generate human capital.

As a main result,, the existence of a relationship between pedagogy and technical education through work experience or non-formal channels is highlighted, being considered an essential aspect at the time of the procedure for the recognition of professional competencies not so much the knowledge acquired through formal learning, but in work practice or in non-formal day-today ways.

Finally, all this reflection is presented with a pedagogical meditation on the lifelong learning and employment strategies promoted and coordinated by the European Union in the field of technical education.

Keywords: Professional Qualification, Competence, Competence-based Training and Professional Accreditation.

RESUMEN

El presente trabajo se centra en la acreditación de las cualificaciones profesionales adquiridas por las personas a través de la experiencia laboral o de de la formación no reglada en el Espacio Europeo de educación Superior, como una estrategia importante de la política actual de enseñanza-aprendizaje.

En primer lugar, se muestran las cualificaciones profesionales como un recurso para la mejora de las competencias profesionales requeridas por el mercado laboral. A continuación, se trata la acreditación por experiencia profesional como una estrategia generadora de capital humano.

Como principal resultado, se destaca la existencia de una relación entre la Pedagogía y la formación de enseñanzas técnicas a través de la experiencia laboral o de vías no formales siendo considerada un aspecto esencial a la hora del procedimiento para el reconocimiento de las competencias profesionales no tanto los conocimientos adquiridos a través del aprendizaje formal, sino en la práctica laboral o de vías no formales del día a día.

Finalmente, toda esta reflexión se expone con una meditación pedagógica dentro de la formación de enseñanzas técnicas las estrategias de aprendizaje permanente y de empleo impulsadas y coordinadas por la Unión Europea.

Palabras clave: Cualificación Profesional, Competencia, Formación basada en competencias y Acreditación profesional.

1. INTRODUCCIÓN

En un contexto económico global que evoluciona con rapidez, en el que han irrumpido las nuevas tecnologías y cada vez más competitivo se hace necesaria una mejor formación y un aprendizaje continuado.

Delors (1996) subraya *“El aprendizaje a lo largo de la vida es una de las llaves de acceso al siglo XXI. Va más allá de la distinción tradicional entre educación básica y formación continua y responde al reto de un mundo que cambia continuamente”*. Este aprendizaje es una exigencia en nuestra sociedad del conocimiento y de la información puesto que los conocimientos adquiridos en el sistema educativo no bastan para satisfacer las exigencias de toda una vida, más cuando el desarrollo tecnológico va cambiando necesidades y hábitos. A esto se une que el mundo laboral presenta cada vez más requerimientos. Así pues, la vinculación entre educación y formación no formal se hace cada día más necesaria.

El procedimiento de reconocimiento, evaluación y acreditación de las competencias profesionales, adquiridas a través de la experiencia laboral o de vías no formales, requiere de la conexión entre el sistema educativo y el mundo laboral. Desde un punto de vista pedagógico este procedimiento da respuesta a un nuevo contexto en el cual prevalecen habilidades y competencias personales que se encuentren en una continua resiliencia, adaptándose a los cambios de la sociedad y de los requerimientos de las empresas hacia ese mercado laboral cambiante.

Este nuevo contexto plantea una serie de interrogantes en el plano académico y laboral: ¿cómo afecta a los actuales planes universitarios de enseñanzas técnicas el sistema de evaluación y acreditación por experiencia o de vías no formales? ¿la formación, capacitación y cualificación para este nuevo panorama son las claves para la mejora de los estudios universitarios técnicos?... Estos aspectos requieren de una reflexión por parte de los profesionales de la educación para dar respuesta a estos y otros desafíos sobre la conexión entre sistema educativo y mundo laboral.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

A nivel internacional el reconocimiento y la acreditación de la experiencia están extendidos prácticamente por todos los países desarrollados desde hace varias décadas. Sin embargo, en el ámbito universitario el fenómeno es más reciente ya que aparece al inicio de este siglo XXI (Medina y Sanz, 2009).

A nivel europeo, la Declaración de Bolonia (1999), en la que se sentaron las bases del Espacio Europeo de Educación Superior, permitió que varios países comenzaran a poner en marcha sistemas de acreditación de competencias en el ámbito educativo. Posteriormente, la Declaración de Copenhague (2002) estableció una serie de principios comunes para avanzar en la validación de los aprendizajes no formales y el reconocimiento mutuo de las cualificacio-

nes entre los países miembros mediante un sistema de transferencia de créditos, dada la gran diversificación de modelos y prácticas de acreditación de competencias existentes.

En España, el Ministerio de Educación en colaboración con las Comunidades Autónomas y las universidades, promueve los mecanismos del reconocimiento y la acreditación de la experiencia. La legislación más reciente sobre la reforma universitaria, la Ley Orgánica 4/2007 por la que se modifica la Ley 6/2001 de 21 de diciembre de Universidades, explicita en su apartado 4 la voluntad de aplicar el reconocimiento de aprendizajes no formales. En el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se están haciendo grandes progresos, como por ejemplo la reciente aprobación del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior MECES (Real Decreto 1027/2011).

El reconocimiento en la universidad de aprendizajes se refiere a los conocimientos universitarios que se han adquirido en otras universidades y a los conocimientos, equivalentes a los universitarios, que se han adquirido fuera del sistema universitario. Para el reconocimiento y acreditación de conocimientos adquiridos en la experiencia por créditos de las titulaciones universitarias existen varios modelos. A pesar de ello, lo más frecuente es que solamente una parte del título universitario pueda ser adquirida mediante la acreditación de aprendizajes no formales e informales [art. 36 LEY ORGÁNICA 4/2007, de 12 de abril].

La acreditación requiere la evaluación de los aprendizajes, así como su reconocimiento y certificación en el sistema educativo independientemente de que se hayan adquirido mediante sistemas formales, no formales o informales. Desde el punto de vista de la educación, acreditar precisa de emitir un juicio, elaborado por profesionales de la educación, acerca del potencial educativo que un individuo ha podido acumular en su vida, independientemente del modo en el que se ha adquirido.

La creación de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) ha permitido establecer una organización y estructura de evaluación, certificación y acreditación en España. Además, esta agencia trabaja en colaboración estrecha con otros países siguiendo unos objetivos comunes en pro, de acuerdo con la declaración de Bolonia, de la cooperación europea para definir criterios y metodologías comparables en educación superior.

La ANECA trabaja en colaboración con el resto de las agencias nacionales de otros países con el fin de crear un organismo transnacional de acreditación que establezca mecanismos de coordinación entre los diferentes países, el establecimiento de requisitos mínimos de calidad generales y específicos comunes a los distintos países, apoyo a los procesos de acreditación que se desarrollen en las agencias nacionales, así como la creación de una red internacional de acreditación. De esta forma, y de cara al futuro, podría plantearse una estructura de agencias nacionales e internacionales interrelacionadas.

3. RECONOCIMIENTO Y VALIDACIÓN DE APRENDIZAJES.

En España resulta muy novedoso la necesidad de reconocer y validar los aprendizajes no formales e informales. Sin embargo, este fenómeno no es nada nuevo en los países del entorno occidental. Van Kleef (2010) habla de una primera experiencia de reconocimiento de los aprendizajes en Francia en los años 30 del siglo pasado durante el desarrollo industrial de ese país. Medina Fernández & Sanz Fernández (2009) hablan de una iniciativa para reconocer las experiencias adquiridas por los militares en la Primera Guerra Mundial, en Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) y posteriormente en Alemania, Francia e Inglaterra tras la Segunda Guerra Mundial.

La Unión Europea fomenta el desarrollo de sistemas de reconocimiento de aprendizajes no formales desde mediados de los años noventa. En este sentido se publican en 1996 el libro

blanco «Enseñar y aprender: hacia la sociedad del conocimiento» y en 2009 las Directrices Europeas (CEDEFOP, 2009) para la validación de los aprendizajes no formales e informales (European Guidelines for validating non-formal and informal learning).

3.1. La acreditación por experiencia profesional o vías no formales como generadora de Capital Humano.

Desde la década de los sesenta las relaciones entre los sistemas productivos y los sistemas educativos forman parte de las preocupaciones sociales, cobrando un especial auge a consecuencia del desarrollo de la Teoría del Capital Humano.

Los críticos de la teoría del capital humano han cuestionado la consigna «contra el paro, formación» en el sentido de que «la progresión de los niveles de formación simplemente implicaría la sustitución de unas personas, las menos formadas, por otras» (Benoit-Guilbot, O. 1995). Otros han denunciado el hecho de que la eficiencia de un empleo depende del puesto más que de la formación institucional de la persona que lo ocupa y sería la formación continua la encargada de limar desajustes (Thurow, L, 1975). Sin embargo, parece indiscutible que el capital humano está unido a la educación, capacitación y la experiencia. La generación de capital humano, por tanto, es consecuencia de la formación a lo largo de la vida, que permite eliminar posibles carencias y dotar a los recursos humanos de nuevas destrezas y conocimientos. Así, podemos afirmar que la formación para el empleo es un instrumento que permite la generación de capital humano como fuente de ventaja competitiva sostenible y que genera mayores resultados empresariales.

En el contexto actual el debate sobre la validación del aprendizaje no formal e informal como inversión en capital humano está adquiriendo un papel cada vez más relevante. En esa validación son fundamentales los sistemas de cualificaciones que se basan en una serie de factores económicos, sociales y políticos. Entre los primeros, es preciso señalar la necesidad de orientar la formación y la cualificación de los trabajadores hacia las demandas del tejido productivo, muchas veces poco definidas y atendidas en el marco de los sistemas educativos convencionales. De ese modo, se actúa sobre el capital humano, que es el recurso más importante de las empresas para la mejora sostenida de su competitividad y se mejoran las perspectivas de empleo de la población. Entre los sociales, cabe destacar el reconocimiento de la experiencia laboral de aquellos que, por carecer de estudios dentro del sistema educativo, poseen un bajo o nulo nivel de titulación académica y, sin embargo, están altamente cualificados para el desempeño de una profesión u ocupación.

3.2. La acreditación en el ámbito universitario

La integración de España en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha dado un fuerte impulso al desarrollo de procedimientos que garanticen la calidad de los programas y de los planes de estudios que ofrecen las instituciones universitarias. A partir del plan Bolonia, las universidades españolas han empezado a renovar y actualizar sus programas formativos para adaptarse a las directrices europeas.

El reconocimiento en la universidad de aprendizajes adquiridos con la experiencia se refiere a tres clases de aprendizajes que pueden ser objeto de acreditación: todos aquellos conocimientos y competencias preuniversitarias que se consideran necesarios para tener acceso a los estudios universitarios, los conocimientos universitarios que se han aprendido en otras universidades (sobre todo extranjeras) y los conocimientos, equivalentes a los universitarios, que se han adquirido fuera de cualquier sistema universitario.

A pesar de estas mejoras, la universidad siempre ha sido reticente al reconocimiento de aprendizajes adquiridos al margen de la enseñanza ofrecida por los docentes.

En el ámbito europeo hay que resaltar la experiencia de las universidades francesas en el reconocimiento y la acreditación de aprendizajes adquiridos con la experiencia. En Francia las universidades están obligadas por ley a atender cualquier solicitud de reconocimiento y acreditación de aprendizajes adquiridos con la experiencia. La revista *Pratiques de Formation* de la misma Universidad Paris VIII ha dedicado varios monográficos a este tema (Meyer, 1987; Aubret, 1989; VV.AA., 2001).

4. RESULTADOS

El Reconocimiento de la experiencia laboral (en adelante RCEL) ha sido un tema pendiente en el ámbito universitario durante décadas que recobró importancia con la puesta en marcha del Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES).

El Comité para la definición del *Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior* (MECES), constituido por el *Real Decreto 900/2007*, de 6 de julio, fue creado con el fin de elaborar la propuesta del marco. En este Decreto se destaca la necesidad de fomentar la acreditación de la experiencia así como la formación a lo largo de la vida, base para los futuros sistemas educativos y profesionales. A pesar de ello, son escasas las universidades que tienen elaborado el protocolo necesario para la acreditación de la experiencia laboral. Sin embargo, en las que lo poseen para poder acceder al proceso de acreditación es necesario presentar en la solicitud: el currículum vitae, la vida laboral, el certificado de empresa donde consten las actividades desempeñadas y certificado de formación y/o cualquier otro documento que permita comprobar o poner de manifiesto la experiencia alegada y su relación con las competencias inherentes al título.

5. CONCLUSIONES

Las sucesivas declaraciones de ministros europeos, la legislación estatal y regional y las numerosas publicaciones, jornadas y congresos que se han venido realizando desde hace más de una década, han puesto de manifiesto que la incorporación de las universidades españolas al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supone una reforma en profundidad que afecta al ámbito estructural, curricular y organizativo (Mateo, 2000), donde el modelo educativo que se defiende está centrado en el aprendizaje de competencias por parte del estudiante, de manera que todos los aspectos curriculares y organizativos se definen en torno a las competencias que tiene que adquirir el alumno (Biggs, 2004).

Centrándonos en la evaluación, reconocimiento y acreditación de los aprendizajes no formales e informales en el ámbito universitario, en España, el *Real Decreto 1224/2009* ha abierto la vía para implementar procesos de acreditación de aprendizajes no formales e informales, pero sólo en los niveles 1, 2 y 3 del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, los niveles 4 y 5, correspondientes a las enseñanzas universitarias nacidas al amparo del Proceso de Bolonia, están en proceso de desarrollo. Se trata de aplicar los procesos de evaluación, reconocimiento y acreditación de los aprendizajes no formales e informales en lo referente al ámbito universitario, tanto desde la perspectiva del acceso a los estudios de grado como desde la posibilidad de acreditar parte de los contenidos y materias de los distintos planes de estudios (Retortillo, 2011).

En España, tras la aprobación del *Real Decreto 1224/2009*, las distintas administraciones públicas implementen procesos de acreditación de la competencia profesional, pero la citada norma sólo se refiere a las cualificaciones de nivel 1, 2 y 3, es decir, excluye a los niveles 4 y 5, los propios de la educación universitaria, por lo que la posibilidad de establecer procesos de acreditación en estudios de grado, master y doctorado está aún sin desarrollar.

Si la formación a lo largo de la vida, aprendizajes no formales e informales, es un valor en la sociedad del conocimiento y del bienestar, las instituciones educativas, las empresas y la sociedad deben potenciarla y estimularla como un elemento más del desarrollo social desde el nivel 1 hasta el nivel 5 sin ser ninguno excluyente.

Los sistemas de reconocimiento y acreditación de los aprendizajes no formales e informales están obligando a cambiar buena parte de los postulados y certidumbres que se mantienen actualmente en el campo de la educación de la universidad.

Una sociedad que posibilita la formación continuada de todos los ciudadanos, independientemente de su nivel de partida, condición o edad, que contempla la formación como un bien, como una inversión de futuro, es una sociedad que potencia el desarrollo sostenible, el crecimiento económico y la cohesión social. Potenciar la formación de calidad y fomentar la adquisición del máximo nivel de cualificación de los ciudadanos es la mejor garantía de crecimiento económico.

REFERENCIAS

- Aubret, J. y. (1989). *Reconnaissance des acquis et outils d'évaluation. Pratiques de Formation (Collection Thématiques)*, Université de Paris VIII.
- Biggs, J. (. (2004). *Calidad del aprendizaje universitario*. . Madrid: Narcea.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación del siglo XXI*. . UNESCO: Santillana.
- Mateo, J. (2000). *La evaluación educativa, su práctica y otras metáforas*. . Barcelona: Horsori., ICE.
- Medina, O. y. (2009). El reconocimiento y la acreditación de la experiencia. Teoría de la Educación. *Revista Interuniversitaria*, 22 , 165-193.
- Meyer, n. y. (Avril 1987.). (1987) *Expériences nord-américaines en reconnaissance des acquis (Québec-États Unis). Pratiques de Formation (Numéro Spécial) Université de Paris VIII*.
- Retortillo, A. (2011). La evaluación, reconocimiento y acreditación de los aprendizajes noformales e informales en el ámbito universitario: elementos para el debate. *REIFOP*, 14 (1), 218-226.
- THUROW, L. (1975). *Generating inequality*. Nueva York: Basic Books.

Equipos de Investigación como Herramienta Docente en el Aprendizaje Activo y Cooperativo

F. Javier Maseda^a, Itziar Martija^a, Aitor J. Garrido^a,
Izaskun Garrido^a, Patxi Alkorta^b

fcjavier.maseda@ehu.eus; itziar.martija@ehu.eus; aitor.garrido@ehu.eus; izaskun.garrido@ehu.eus;
patxi.alkorta@ehu.eus

^a Escuela de Ingeniería de Bilbao

(UPV/EHU, Ingeniero Torres Quevedo 1, 48013, Bilbao, España)

^b Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa (UPV/EHU, Otaola Hiribidea 29, 20600, Eibar, España)

ABSTRACT

This work collects the main ideas for the transformation of renewable energy equipment, which is being used mainly in research tasks, in educational tools. These tools can help in the levels of understanding of the theory, improve the use of simulation software and use evaluation procedures more adapted to the current type of student in the university. The teaching-learning processes supported by research equipment converted into educational scenarios are favored by the synergy that produces the possibility of giving different technological challenges to students.

Keywords: Engineering Education; Renewable Energies; Active and Cooperative Methodologies.

RESUMEN

Este trabajo recoge las principales ideas para la transformación de equipamiento de energías renovables, que se está usando fundamentalmente en tareas de investigación, en herramientas educativas. Estas herramientas pueden ayudar en los niveles de comprensión de la teoría, a mejorar el uso del software de simulación y a utilizar procedimientos de evaluación más adaptados al tipo de estudiante actual en la universidad. Los procesos de enseñanza-aprendizaje soportados por los equipos de investigación convertidos en escenarios educativos se ven favorecidos por la sinergia que produce la posibilidad de plantear diferentes retos tecnológicos a los estudiantes.

Palabras clave: Educación en Ingeniería; Energías Renovables; Metodologías Activas y Cooperativas.

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje activo y cooperativo es una metodología con una alta tasa de implantación tanto a nivel internacional como nacional (Peña-Ayala, 2021; Tadesse et al., 2020; Corral Abad et al. 2021). Entre las metodologías más implantadas en las ingenierías se pueden destacar el aprendizaje basado en problemas y en proyectos (Chen et al., 2020), y basado en investigación (Fojcik et al. 2020). En la mayoría de estas metodologías se intenta recrear situaciones reales o cercanas a la realidad, donde los estudiantes desarrollan su potencial de creatividad tratando de resolver las cuestiones guía planteadas con el apoyo de una teoría que deben ir aplicando “just in time”.

Una cuestión que va adquiriendo cada vez una mayor importancia en la universidad actual es comprender que habrá diferentes tipologías de estudiantes en términos de motivación, actitudes y respuestas a los procesos de enseñanza y aprendizaje (Gutierrez et al., 2018; LópezMartín, 2010; Felder y Brent, 2005). Y no menos importantes son las cuestiones de multiculturalidad y las cuestiones de género que deben ser tenidas en cuenta a la hora de desarrollar y planificar cualquier tipo de actividad académica o profesional (Ayuso et al., 2020; Mozahem et al., 2019).

La transformación de equipamiento científico usado en tareas de investigación, por lo que se le supone “complejidad” y “alto coste”, en escenarios educativos implica diferentes actividades en tres ejes fundamentales: flexibilidad, adaptabilidad y factibilidad. Para la consecución de esta transformación se van a utilizar diferentes técnicas de ingeniería inversa adaptadas a la educación y que resultan extremadamente útiles para el desarrollo de actividades formativas (Dalrymple et al., 2011). El objetivo es crear un conjunto de módulos tecnológicos adaptados a una materia específica, de grado o máster, y que se puedan usar con eficacia en metodologías de aprendizaje activo y cooperativo (Zang et al., 2016).

Por otra parte, atendiendo a las necesidades del entorno social y productivo, la presente investigación se centra en el campo de la generación de energía limpia. El actual esquema de abastecimiento energético basado en combustibles fósiles está dejando ver sus enormes inconvenientes y deficiencias, con un alto coste político, social y medioambiental, como ha quedado patente, sin ir más lejos, en la convención sobre el clima COP25 de 2019 en Madrid.

Sin duda, uno de los mayores desafíos que van a tener las universidades a corto plazo es la disminución del número de estudiantes, lo que puede llevar a la desaparición o fusión de grados tradicionales de ingeniería. La Tabla I muestra los datos de la Escuela de Ingeniería de Bilbao (EIB) en los últimos cinco cursos. La segunda columna muestra el número de personas matriculadas en los grados. La variación global de cada curso refleja la variación del número de estudiantes entre el curso indicado y el curso anterior. En la columna cuarta podemos ver la variación del total de mujeres mientras que en la columna cuatro se ve cómo varía el porcentaje de mujeres matriculadas. Los porcentajes están obtenidos en el conjunto de los 12 grados que se imparten en la Escuela.

Tabla 1. Tendencias de estudiantes en los 12 Grados de la EIB

Curso	Total de estudiantes	Variación global	Variación del total de mujeres	Variación del porcentaje de mujeres
2015/16	4499	-2,20%	-1,53%	0,68%
2016/17	4340	-3,53%	-5,94%	-2,49%
2017/18	4169	-3,94%	-1,46%	2,59%
2018/19	4025	-3,45%	-2,76%	0,72%

2018/19	3902	-3,06%	-1,82%	1,27%
2019/20	3746	-4,00%	-4,33%	-0,35%
TOTAL (2014/15 a 2020/21)		-18,57%	-16,64%	2,37%

El análisis de las causas de estos datos es complejo. Se pueden asociar a tendencias puramente demográficas, pueden relacionarse con la desmotivación producida por la dificultad tradicional de los estudios ingeniería, o por la abstracción que requiere el conocimiento teórico que se imparte con una baja proporción de trabajo experimental y, por último, con un sector laboral con bajas expectativas económicas los primeros años de desarrollo profesional. Los bajos datos en el caso de las mujeres son más complejos de analizar, porque se podría hablar sobre la falta de referencias de las niñas dentro del campo de la ingeniería que hace que para ellas la ingeniería sea un campo de estudio fuera de su foco y del “techo de cristal”, “suelo pegajoso”, etc., para las mujeres que han estudiado ingeniería y entran en el mercado laboral, con unas perspectivas de progresión en su carrera profesional diferente a la de los hombres (Mozahem et al., 2011; Neglia et al., 2020).

En los siguientes apartados se plantearán los objetivos del proyecto educativo, la innovación educativa que propone, la preparación de los entornos mediante un caso de estudio y las conclusiones del trabajo.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO EDUCATIVO

El proyecto se basa en la transformación de entornos de investigación en entornos educativos. Estos nuevos entornos educativos permitirán desarrollar un conjunto de trabajos tecnológicos, cuyo primer objetivo será mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de metodologías activas en diferentes asignaturas de grado y máster. Las propuestas de diseño se desarrollarán por parte de los estudiantes para promover el aprendizaje por retos (Challenge Based Learning, CBL), basado en proyectos (Project Based Learning, PjBL) o basado en investigación (Research Based Learning, RBL).

Un objetivo del trabajo presentado es atraer a investigadores centrados en áreas de investigación tecnológicas al área de investigación en educación (Rüütman y Saar, 2017), siendo una de las líneas estratégicas de la Universidad del País Vasco, dentro del modelo de aprendizaje cooperativo y dinámico IKD (Ikaskuntza Kooperatibo eta Dinamikoa).

El proyecto educativo planteado tiene carácter interdisciplinar, ya que se desarrolla en asignaturas de diferentes grados de ingeniería: Ingeniería Mecánica, Energías Renovables e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática; así como en diferentes asignaturas en el Máster de Ingeniería de Control, Automatización y Robótica. Además, es una iniciativa inter-centros ya que se desarrollará en la Escuela de Ingeniería de Bilbao y de Gipuzkoa (Eibar).

La necesidad del proyecto se justifica en la búsqueda de tres mejoras docentes como son: en primer lugar, renovar los procesos de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de competencias complejas en los estudiantes, mientras se promueve en los mismos un mayor interés por temáticas medioambientales; en segundo lugar, cambiar las tendencias de las curvas de matriculación en algunos grados de ingeniería, mediante una mejora en la percepción por parte de los estudiantes de su formación; finalmente, incrementar las publicaciones en investigación en educación, lo que a la postre ayuda a mejorar la visibilidad de la universidad.

La Figura 1 permite observar la transición que se propone, las acciones a las que dará lugar, así como sus ventajas e inconvenientes. La figura muestra la intención de cambio, no solo en las estrategias de enseñanza-aprendizaje, sino en investigación y compartición de resultados. Este último objetivo solo se puede lograr implicando al profesorado del Centro (Oreta, 2016).

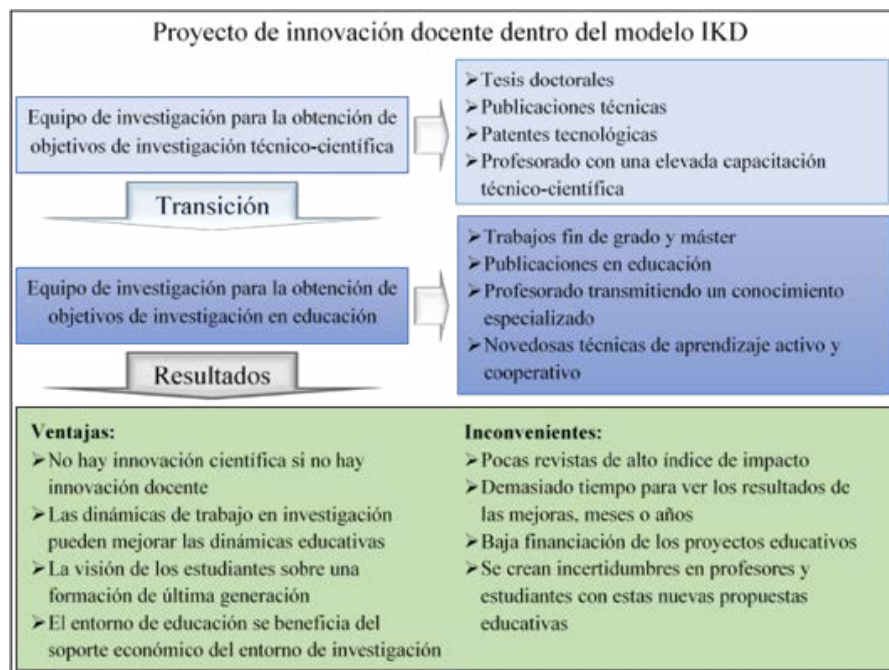


Figura 1. Proyectos que promueven estrategias de innovación educativa

Mostrar a los estudiantes el trabajo que se realiza en los equipos de investigación y relacionarlo con el conocimiento que se adquiere en los grados o en los másteres impulsa la motivación y abre la puerta a la aceptación de cambios en las metodologías docentes. El objetivo es mejorar y promover la transferencia entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica, mejorar las habilidades técnicas y de trabajo en equipo, tomar conciencia de los problemas del medio ambiente a través del uso de energías renovables y la eficiencia energética, trabajar con grupos grandes de estudiantes donde en ocasiones es difícil obtener un elevado nivel de comprensión teórica en el aula y, finalmente, mejorar el uso de herramientas educativas, tales como el software de simulación de ingeniería y equipos de instrumentación de alta precisión (Maseda et al., 2014).

Los escenarios que se proponen presentan unas características propias que facilitan su aplicación de forma eficiente en el aprendizaje basado en proyectos o en retos: los recursos que los integran son totalmente accesibles para el estudiante, la accesibilidad permite su modelado mediante software de simulación, el modelo desarrollado permite la comparación de resultados con los desarrollos teóricos, su diseño muy cercano a sus homólogos comerciales da verisimilitud a los cálculos teóricos y por último, pueden ser rediseñados y mejorados por los estudiantes (Martija et al., 2013).

3. PREPARACIÓN DE LOS ENTORNOS TECNOLÓGICOS COMO HERRAMIENTAS DOCENTES

La Figura 2 muestra un planteamiento general de las actividades para la preparación de los entornos tecnológicos como herramientas docentes. En el centro de la figura se muestra una fotografía de un banco de ensayos para la simulación de diferentes tipos de turbinas eólicas

o marinas. El banco de ensayos está formado por un generador doblemente alimentado de 5,5kW y un motor de inducción de 7,5kW acoplados por el eje y los convertidores electrónicos para su control.

Como se puede ver, la idea es integrar los diferentes elementos de la metodología educativa en el escenario creado. La teoría relacionará los cálculos académicos con el diseño real de los componentes de la bancada que se estén utilizando. Los modelos de simulación académicos que sirven de base para mejorar la comprensión de la teoría, también se relacionarán con los componentes tecnológicos analizados. Por último, se estudiará la posibilidad de implementación real de los modelos desarrollados (Martínez-Márquez et al., 2019).

La evaluación, independientemente de la metodología que utilicemos en el aula, subyace como una losa para los estudiantes. La transformación de estos equipos en cuestionarios, utilizando la plataforma Moodle, dinamiza la evaluación de los conocimientos teóricos y prácticos. La posibilidad de crear diferentes tipos de cuestiones tipo “verdadero/falso”, “opción múltiple”, “emparejamiento”, “numérica”, “arrastrar y soltar”, etc, con la posibilidad de integrar imágenes y vídeos, hace que los estudiantes realicen estas pruebas evaluativas de una forma más amena. Las posibilidades de realimentación que ofrecen estas herramientas para los estudiantes, dan un alto grado de independencia, autoevaluación y autoaprendizaje. Quizás el elemento negativo pueda estar en la posibilidad de fraude por parte de los estudiantes, pero con una adecuada integración de los cuestionarios con los demás elementos de evaluación, hace que se pueda evitar en gran medida estas actitudes (Pehlivanova, 2019; Weronika, 2020).

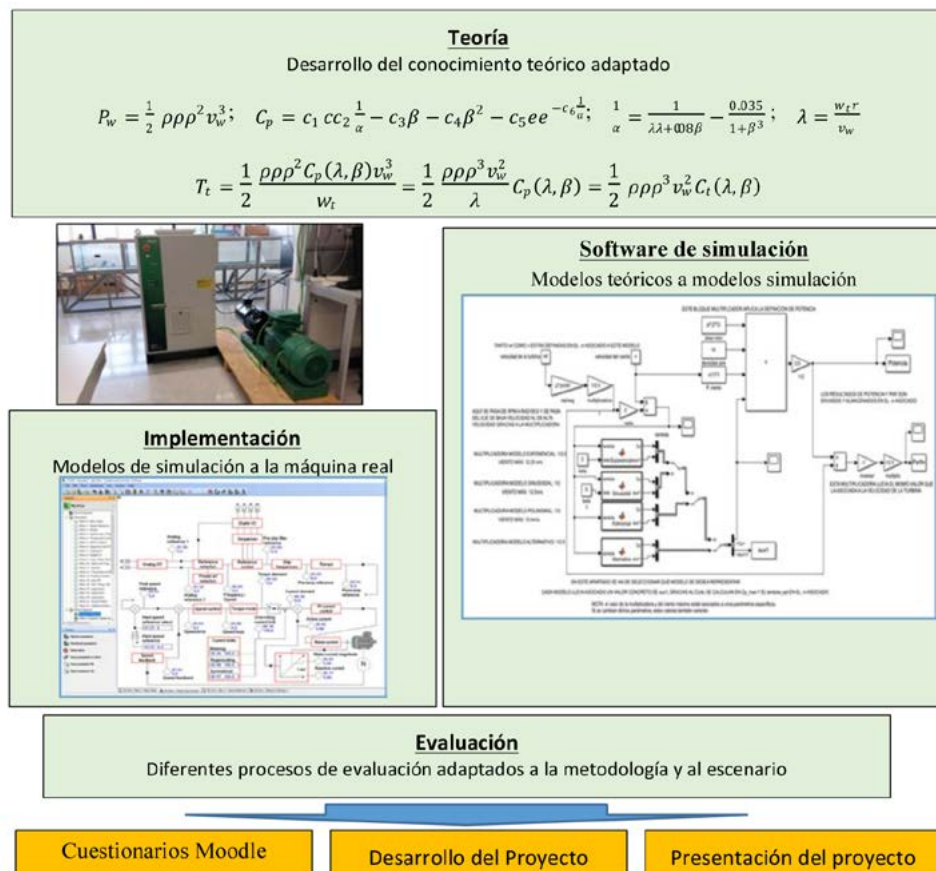


Figura 2. Preparación de entornos tecnológicos como entornos docentes

Como caso de estudio, se plantea el modelado de una turbina eólica y la implementación del modelo en la bancada propulsor-generador (Garrido et al., 2015).

4. CONCLUSIONES

Con este proyecto se ha buscado promover la sinergia que se puede obtener entre la investigación y la docencia y, que muchas veces no están lo suficientemente bien conectadas. Mejorar la visión de los estudiantes respecto a su formación y que debería derivar en una mejora en las ratios de matriculación de los grados en ingeniería es un segundo objetivo, no menos importante que el primero. Promover las metodologías activas, el trabajo en equipo, el desarrollo de proyectos en temáticas relacionadas con el cambio climático, hace que ciertas actitudes puedan cambiar.

Los resultados esperados son fundamentalmente una mejora global, tanto cuantitativa como cualitativa, en el rendimiento de los estudiantes. Está exigiendo una mayor implicación del profesorado en tareas de investigación en educación, que se debería ver reflejada en el número de publicaciones en congresos y revistas, con enfoque educativo. El uso más extensivo de los equipamientos de investigación aumenta su aprovechamiento económico. Se aprecia un mejor cumplimiento de competencias complejas como pueden ser el trabajo en equipo, el compromiso social, la innovación y el emprendizaje. Por último, tratar de alcanzar diferentes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre los que destacan “7. Energía asequible y no contaminante” y “13. Acción por el clima”. La multiculturalidad y las cuestiones de género son elementos sin los ya no se debería diseñar ninguna actividad académica “5. Igualdad de género”.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está financiado en parte por el Gobierno Vasco mediante el proyecto IT1207-19 y por el MCIU/MINECO mediante RTI2018-094902-B-C21/RTI2018-094902-B-C22 (MCIU/AEI/FEDER, UE).

REFERENCIAS

- Ayuso N., Fillola E., Masiá B., Murillo A. C., Trillo-Lado R., Baldassarri S., Cerezo E., Ruberte L., Marical M. D., Villarroya-Gaudó M. (2020). Gender Gap in STEM: A Cross-Sectional Study of Primary School Students' Self-Perception and Test Anxiety in Mathematics. *IEEE Transactions on Education*, 64 (1), 40-49.
- Chen J., Kolmos A., Du X. (2020). Forms of implementation and challenges of PBL in engineering education: a review of literature. *European Journal of Engineering Education*, 46 (1), 90-115.
- Corral Abad E., Gómez García M.J., Díez-Jimenez E., Moreno-Marcos P.M., Castejón Sison C. (2021). Improving the learning of engineering students with interactive teaching application. *Computers Applications Engineering Education*, 1-10.
- Dalrymple O., Sears D. A., Evangelou D. (2011). The Motivational and Transfer Potential of Disassemble/Analyze/Assemble (DAA) Activities. *Journal of Engineering Education*, 100 (4).
- Felder R. M., Brent, R. (2005). Understanding Student Differences. *Journal of Engineering Education*, 94 (1), 57-72.
- Fojcik M., Fojcik M. K., Pollen B. (2020). Students in Research-Experience with Research-Based Teaching. *Education and New Development (END)*, 122-126.
- Garrido A. J., Otaola E., Garrido I., Lekube J., Maseda F. J., Liria P., Mader J. (2015). Mathematical Modeling of Oscillating Water Column Wave-Structure Interaction in Ocean Energy Plants. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015, 11.

- Gutiérrez M., Ghotg R., Siemens A., Blake-Rath R., Pätz I. (2018). Influence of diversity in lectures on the students' learning process and on their perspectives about renewable energies in an international context - The students' view. *Solar Energy*, 173, 268-271.
- López-Martín A. J. (2010). Attracting Prospective Engineering Students in the Emerging European Space for Higher Education. *IEEE Transactions on Education*, 53 (1), 46-52.
- Martija I., Maseda F. J., Martija I. (2013). Functional Dissection of Power Electronic Systems as Learning Technique. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*.
- Martínez-Márquez C. I., Twizere-Bakunda J. D., Lundback-Mompó D., Orts-Grau S., Gimeno-Sales F. J., Seguí-Chilet S. (2019). Small Wind Turbine Emulator Based on Lambda-Cp Curves Obtained under Real Operating Conditions. *Energies*, 12 (13), 1-17.
- Maseda F. J., Martija I., Martija I. (2014). An Active Learning Methodology in Power Electronic Education. *Frontiers in Education (FIE)*.
- Mozahem N. A., Ghanem C. M., Hamieh F. K., Shoujaa R. E. (2019). Women in engineering: A qualitative investigation of the contextual support and barriers to their career choice. *Women's Studies International Forum*, 74, 127-136.
- Neglia L. F., Chirinos Tragodara K. S., Vasquez Paragulla J., Cabana Caceres M. R. (2020). The presence of women in the Engineering Programs of the University of Sciences and Humanities. Motivations, permanence and monitoring. *IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*, 1-4.
- Oreta A. W. (2016). Engineering Educators Must Evolve, Too! *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 142 (1).
- Pehlivanova, T. (2019). Prevention of Cheating when Using Quizzes in Moodle. *International Conference on Virtual Learning (ICVL)*.
- Peña-Ayala A. (2021). A learning design cooperative framework to instill 21st century education. *Telematics and Informatics*, 62, 101632.
- Rüütman T., Saar M. (2017). Scholarly Teaching and Scholarship of Teaching and Learning in Teaching Engineering. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 213-218.
- Tadesse T., Gillies R.M., Manathunga C. (2020). Shifting the instructional paradigm in higher education classrooms in Ethiopia: What happens when we use cooperative learning pedagogies more seriously. *International Journal of Educational Research*, 99, 101509.
- Weronika F. (2020). Moodle quizzes and their usability for formative assessment of academic writing. *Assessing Writing*, 46.
- Zhang Z., Hansen C. T., Andersen, M. E. A. (2016). Teaching Power Electronics with a Design-Oriented, Project-Based Learning Method at the Technical University of Denmark. *IEEE Transactions on Education*, 59 (1), 32-38.

Enseñanzas sobre la aplicación del aprendizaje basado en problemas, respecto a la construcción sostenible, mediante el empleo de tecnología BIM

Susana Hormigos Jiménez^a, Gabriel Horrach^a, Joan Munoz^a,
Francesc Masdeu^a, Cristian Carmona^a

susana.hormigos@uib.es; gabriel.horrach@uib.es; joan.munoz@uib.es; francesc.masdeu@uib.es;
cristian.carmona@uib.es

^aDepartamento de Ingeniería Industrial y Construcción, Universitat de les Illes Balears, Cra. de
Valldemossa, km 7.5., 07122, Palma (Illes Balears), España.

ABSTRACT

The Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry is committed to the use of Building Information Modeling (BIM) technology; therefore, its teaching in undergraduate studies is essential. Additionally, BIM has a high potential in sustainable design and construction, due to the high content of information it offers, on the life cycle of the building. On the other hand, the existing literature indicates that project-based learning is the ideal pedagogy methodology to teach the synergies between BIM technology and sustainability in buildings. This study shows the lessons learned after the implementation of the ABP for teaching in sustainable construction and BIM. Among the results obtained, the high level of student satisfaction is reflected, after two years of implantation, and the needs to achieve optimal learning: the importance of collaborative work and consistency in solving the exercises.

Keywords: Building Information Modeling, sustainable construction, problem-based learning, collaborative work.

RESUMEN

La industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) apuesta por el empleo de la tecnología Building Information Modeling (BIM); por tanto, su enseñanza en los estudios de grado es esencial. Adicionalmente, el BIM alberga un alto potencial en el diseño y la construcción sostenible, por el alto contenido de información que ofrece, sobre el ciclo de vida del edificio. Por otro lado, la literatura existente indica que el aprendizaje basado en proyectos es la metodología docente ideal para enseñar las sinergias entre la tecnología BIM y la sostenibilidad en la edificación. Este estudio muestra las enseñanzas adquiridas tras la implantación del ABP para la enseñanza en construcción sostenible y BIM. Entre los resultados obtenidos, se refleja el alto nivel de satisfacción del alumnado, tras dos años de implantación, y las necesidades para lograr un aprendizaje óptimo: la importancia del trabajo colaborativo y la constancia en la resolución de los ejercicios.

Palabras clave: Building Information Modeling, construcción sostenible, aprendizaje basado en problemas, trabajo colaborativo

1. INTRODUCCIÓN

Preparar a los alumnos de grado para su carrera profesional, mediante una metodología de aprendizaje que les permita adquirir las habilidades y competencias adecuadas y favorecer su pensamiento crítico, es un objetivo común de las universidades. En cada tipo de estudio, o en cada asignatura específica, se debe favorecer una o varias metodologías de enseñanza concretas, que faciliten el aprendizaje en cada disciplina. En este sentido, este estudio se centra en los estudios del Grado en Edificación, en la Universitat de les Illes Balears, concretamente, en el curso de Diseño y Construcción Sostenible, de tercer curso del grado.

1.1. Uso de BIM en el diseño y construcción sostenible

En el campo de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AIC), en los últimos años, se está apostando por la tecnología Building Information Modeling (BIM); por lo que resulta necesario que, en los estudios relacionados, se desarrolle la enseñanza en este campo. La metodología BIM es una de las nuevas tecnologías enriquecedoras del conocimiento de los alumnos del ámbito AIC. Se trata de una herramienta que facilita la comunicación entre los diferentes profesionales durante el proceso de diseño y construcción de un edificio y que, a nivel académico, permite una mayor comprensión del proceso constructivo y la disposición de diferentes elementos en un edificio. Esto es así ya que facilita el diseño y modelizado íntegro del edificio, desde la estructura, hasta los cerramientos, instalaciones y acabados.

Las nuevas tecnologías de la información, en el campo de la enseñanza en AIC, se encamina hacia la generación de clases innovadoras mediante la aplicación de nuevas metodologías docentes. Existe la tendencia del conocimiento autónomo e interdisciplinar por parte del alumno, al tiempo que se desarrollan habilidades comunicativas y de trabajo colaborativo. Todo ello se traduce en la adopción de nuevas tecnologías en la enseñanza dentro del campo del diseño y de la gestión en la construcción (Mohsen, J. P.; Issa, 2012), donde la tecnología BIM resulta de gran utilidad, debido al amplio almacenaje de información que permite, no solo relativa al diseño, sino también a la integración de los elementos, evaluación energética y coste del ciclo de vida del edificio (Häkkinen, T.; Kiviniemi, 2008).

Teniendo en cuenta el diseño y la construcción sostenible, la tecnología BIM resulta de utilidad puesto que ofrece soluciones relativas no solo al modelado, sino a la gestión del proceso constructivo completo, durante toda la vida útil de un edificio. Esto permite obtener datos que favorezcan la toma de decisiones en cuanto al impacto ambiental, económico y social, influyendo así en los tres pilares de la sostenibilidad (Häkkinen, T.; Kiviniemi, 2008).

1.2. Aprendizaje basado en problemas en la enseñanza en construcción sostenible

Hasta la fecha, se conoce que la integración del BIM como tecnología para desarrollar el aprendizaje en diseño y construcción sostenible requiere: habilidades comunicativas, de trabajo en equipo, de capacidad para trabajar de manera eficiente ante un problema común y conocimientos básicos de construcción para aplicarlos en escenarios relativos al mundo real (Becerik-Gerber, Ku, & Jazizadeh, 2012; Wu & Luo, 2016). Ante este contexto, la pedagogía tradicional, basada en clases magistrales donde el docente es el sujeto activo del proceso de aprendizaje, ya no resulta efectiva; sin embargo, el aprendizaje basado en problemas (APB) es una metodología con la que sí es posible alcanzar los objetivos deseados (Goedert, Pawloski, Rokoeisabad, & Subramaniam, 2013).

El APB se centra en el estudiante, ubicándolo en el sujeto activo del aprendizaje; mientras que los docentes pasan a adoptar el rol de consultores o mentores que guían al alumnado para

que propongan soluciones propias, evitando dar la respuesta al problema planteado (Becerik-Gerber et al., 2012; Maida, 2011; Shen, Jensen, Wentz, & Fischer, 2012; Wang & Leite, 2014; Wu & Luo, 2016). El propósito de esta modificación de papeles, respecto a la metodología tradicional, es que los estudiantes puedan adquirir las competencias necesarias para analizar y enfrentar complejidades de posibles escenarios reales, desarrollando el pensamiento crítico, la comunicación y la creatividad (Chinowsky, Brown, Szajnman, & Realph, 2006; Liu, Lou, Shih, Meng, & Lee, 2010).

1.3. Objetivos

El objetivo principal del presente estudio se centra en mostrar las enseñanzas obtenidas de aplicar la metodología basada en problemas, mediante el empleo de BIM, para el diseño y la construcción sostenible. El propósito de la aplicación de dicha metodología, para el aprendizaje del alumnado, se enfoca en 3 bloques principales:

- El aprendizaje de criterios sostenibles dentro del proceso constructivo de un edificio por medio del análisis crítico de estrategias de diseño sostenible y de su aplicación en un edificio ficticio, objeto de estudio.
- La mejora de la visión espacial y de las competencias gráficas.
- El conocimiento de la metodología BIM mediante su aplicación directa, utilizando el software Revit de Autodesk, para la resolución de ejercicios específicos.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

La literatura que muestra cómo el empleo de BIM facilita el logro de proyectos más sostenibles es extensa (Bernstein, Jones, & Arch, 2015; Bynum, Issa, & Olbina, 2013; Lu, Wu, Chang, & Construction, 2017; Šadauskienė & Pupeikis, 2018; Shen et al., 2012; Wu & Issa, 2015; Wu & Luo, 2016).

3. METODOLOGÍA

Desde el curso académico 2019-2020, se aplica la tecnología BIM y el ABP en la asignatura de Sostenibilidad del Grado en Edificación de la Universitat de les Illes Balears. Se trata de una asignatura obligatoria de tercer curso en la que los alumnos adquieren los conocimientos relacionados con el diseño y la construcción sostenible. En el curso, se facilita información, en 2 dimensiones (2D), sobre un edificio objeto de estudio. Los alumnos deben modelizar en 3 dimensiones (3D) el edificio y deben transformarlo en una construcción sostenible. Para ello, los alumnos desarrollan el trabajo en grupos de 3 integrantes, como máximo, dándose la posibilidad de desarrollar el trabajo individualmente.

Para resolver la práctica grupal, se pide el uso del software Revit, de Autodesk®. Los estudiantes deben entregar el modelo de Revit junto con una o varias láminas, en formato normalizado, en las que se describa la propuesta. Los alumnos y alumnas deben efectuar 3 entregas del trabajo grupal, el profesorado las evalúa y les devuelve el trabajo con retroacción.

La asignatura se imparte durante el primer semestre del curso, con una duración total de 15 semanas, con 2 horas de clase por semana. La organización docente de la asignatura se muestra en la tabla 1; consiste en :

- una serie de clases magistrales, en el que el equipo docente expone los contenidos básicos de la asignatura y describe los ejercicios a desarrollar por el alumnado,

- una serie de sesiones prácticas, en las que los estudiantes exponen el trabajo realizado y el equipo docente facilita una serie de líneas guía para el desarrollo del ejercicio, y
- dos exámenes, de una hora de duración, para evaluar los conocimientos individuales adquiridos por los estudiantes

Tabla 1. Actividades de la asignatura de Sostenibilidad

Actividades	Horas
Clases magistrales	13
Actividades prácticas	15
Exámenes	2

Fuente: propia

3.1. Prácticas y bloques de aprendizaje

Los contenidos de la asignatura se centran en los siguientes temas: (1) conceptos básicos: la sostenibilidad, la construcción sostenible y el confort; (2) la arquitectura bioclimática; (3) criterios energéticos y medioambientales en la construcción; (4) materiales sostenibles; (5) gestión de residuos de construcción y demolición; (6) la sostenibilidad en el Código Técnico de la Edificación (CTE); (7) la certificación de la sostenibilidad en los edificios.

3.2. Enunciados

Por cada curso académico, varía el edificio propuesto; sin embargo, los enunciados a resolver se mantienen. En la tabla 2 se muestran los ejercicios que se pide resolver para cada una de las 3 entregas de la asignatura.

Tabla 2. Ejercicios propuestos para la práctica grupal

Entrega	Ejercicios propuestos
1	• Análisis gráfico de la parcela: urbanístico, catastral, fotográfico, topográfico, climático. • Análisis de los obstáculos del entorno: visibilidad, sombras arrojadas, viento, orientación, ruidos. • Implantación del edificio en la parcela teniendo en cuenta el análisis de los dos puntos anteriores.
2	• Aplicación de sistemas especiales de control ambiental: sistemas de climatización natural y de iluminación natural.
3	• Selección de los materiales de construcción sostenibles.

Fuente: propia

3.3. Rúbrica, criterios de evaluación y cuestionario

Con el propósito de evaluar las competencias alcanzadas por el alumnado, se emplea la rúbrica mostrada en la tabla 3.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación

Criterios	Pobre	Por debajo de lo esperado	Cumple con las expectativas	Avanzado
Apariencia	Sin esfuerzo ni desarrollo	Apariencia por debajo del estándar	Nivel satisfactorio	Excelente
Contenido	Poca información y rigor	Algo de información con cierto rigor	Buena cantidad de información rigurosa	Excelente contenido de información con rigor
Colaboración grupal	Sin organización	Organización pobre	Buena organización	Excelente organización

Fuente: Sánchez, J.A. (2018)

Cada grupo obtiene una calificación numérica que se extiende entre 0 y 10 siendo: (0 - 4,9) suspenso; (5 - 6,9) aprobado; (7 - 8,9) notable; (9 - 10) sobresaliente.

Al final del curso, los alumnos responden a un cuestionario sobre su satisfacción respecto a su aprendizaje. Se evalúan los siguientes aspectos: (1) estructuración de las prácticas; (2) los recursos facilitados por el profesorado; (3) adquisición de competencias; (4) orientación y guía por parte del equipo docente.

4. RESULTADOS

3.1. Número de grupos e integrantes

La tabla 4 refleja el número de integrantes, por grupo, por cada año académico.

- 2018-2019: 37 estudiantes matriculados
- 2019-2020 : 34 estudiantes matriculados

Tabla 4. Número de alumnos por grupo

Grupos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Integrantes 2018-2019	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	1
Integrantes 2019-2020	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	1	0

Fuente: propia

3.2. Calificaciones obtenidas

Las figuras 1 y 2 reflejan las calificaciones obtenidas por los diferentes grupos, del curso 2019-2020 y 2020-2021, respectivamente.



Figura 1. Calificaciones de los diferentes grupos (G) por práctica. Curso 2019-2020



Figura 2. Calificaciones de los diferentes grupos (G) por práctica. Curso 2020-2021

3.3. Satisfacción de los estudiantes

La figura 3 refleja el nivel de satisfacción del alumnado respecto al aprendizaje en BIM con ABP. La evaluación se realiza sobre 10 puntos, siendo 10 el nivel máximo de satisfacción



Figura 3. Satisfacción del alumnado con la aplicación de ABP y BIM

4. CONCLUSIONES

Tras dos cursos académicos de aplicación de la metodología ABP y la tecnología BIM para el aprendizaje en el diseño y construcción sostenible se obtienen las siguientes conclusiones :

- Durante el primer curso académico de aplicación de la metodología (2019-2020), los alumnos demandaron más formación respecto a BIM, aspecto que se solventa en el siguiente curso (2020-2021), dedicando más tiempo a dicha formación. Esto se traduce

en una valoración más positiva por parte del alumnado. Se observa su alto nivel de satisfacción con el aprendizaje de la tecnología BIM.

- Para obtener buenos resultados, se requiere, por parte del alumnado, un trabajo colaborativo satisfactorio y un seguimiento continuo de la asignatura. Quienes desarrollan el trabajo individualmente obtienen peores resultados.

REFERENCIAS

- Becerik-Gerber, B., Ku, K., & Jazizadeh, F. (2012). BIM-enabled virtual and collaborative construction engineering and management. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(3), 234–245. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000098](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000098)
- Bernstein, H., Jones, S., & Arch, M. R. (2015). Green BIM—How Building Information Modeling is contributing to green design and construction. *J. Inf. Technol. Civ. Eng. Arch*, (2), 20–36.
- Bynum, P., Issa, R. R. A., & Olbina, S. (2013). Building Information Modeling in Support of Sustainable Design and Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(1), 24–34. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000560](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000560)
- Chinowsky, P. S., Brown, H., Szajnman, A., & Realph, A. (2006). Developing knowledge landscapes through project-based learning. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 132(2), 118–124. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(2006\)132:2\(118\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(2006)132:2(118))
- Goedert, J. D., Pawloski, R., Rokooeisabad, S., & Subramaniam, M. (2013). Project-oriented pedagogical model for construction engineering education using cyberinfrastructure tools. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 139(4), 301–309. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000165](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000165)
- Häkkinen, T.; Kiviniemi, A. (2008). Sustainable Building and BIM. In *2008 World Sustainable Building Conference*,. Sydney, Australia.
- Liu, Y., Lou, S., Shih, R., Meng, H., & Lee, C. (2010). *A Case Study of Online Project-Based Learning: The Beer King Project. International Journal of Technology in Teaching and Learning* (Vol. 6).
- Lu, Y., Wu, Z., Chang, R., & Construction, Y. L. -. (2017). Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions. *Automation in Construction*.
- Maida, C. A. (2011). Project-based learning: A critical pedagogy for the twenty-first century. *Policy Futures in Education*, 9(6), 759–768. <https://doi.org/10.2304/pfie.2011.9.6.759>
- Mohsen, J. P.; Issa, R. R. (2012). BIM implementation in civil and construction engineering curricula. In *Actas de la CIB. 29ª Conferencia Internacional-Beirut, Líbano* (pp. 17–19).
- Šadauskienė, J., & Pupeikis, D. (2018). Review of BIM Implementation in Higher Education. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 1(22), 99–109. <https://doi.org/10.5755/joi.sace.22.1.21116>
- Shen, Z., Jensen, W., Wentz, T., & Fischer, B. (2012). Teaching sustainable design using bim and project-based energy simulations. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci2030136>
- Wang, L., & Leite, F. (2014). Process-oriented approach of teaching building information modeling in construction management. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 140(4), 04014004. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000203](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000203)

- Wu, W., & Issa, R. R. A. (2015). BIM Execution Planning in Green Building Projects: LEED as a Use Case. *Journal of Management in Engineering*, 31(1). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000314](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000314)
- Wu, W., & Luo, Y. (2016). Pedagogy and assessment of student learning in BIM and sustainable design and construction. *Journal of Information Technology in Construction*, 21(April), 218–232.

Seguimiento de la evolución de la implementación de la Flipped Classroom en la asignatura de Construcción IV de los estudios de Grado de Edificación de la Universidad de les Illes Balears

Gabriel Horrach Ssatre^a, Susana Hormigos Jiménez^b,
Juan Muñoz Gomila^c, Francesc Masdeu Mayans^d y
Cristian Carmona Gómez^e

gabriel.horrach@uib.es; susana.hormigos@uib.es; joan.munoz@uib.es; francesc.masdeu@uib.es;
cristian.carmona@uib.es

^{a, b, c, d, e} Universidad de les Illes Balears, Cra. de Valldemossa, km 7.5. Palma
(Illes Balears, 07122, Palma, España)

ABSTRACT

In the Construction IV course of the Degree in Construction at the University of the Balearic Islands, students acquire the competencies related to the design and execution of the structural elements of buildings, being an eminently practical subject in which both the spatial vision and the realization of construction details freehand are very important.

Until the 2017-18 academic year, the theoretical classes were taught through face-to-face classes, with a marked style of a master class, which forced to invest the two hours of class in the explanation of each of the subjects of the course, not allowing interaction between the teacher and the students and between themselves.

To evaluate the subject, theoretical and practical tests were carried out, both individually and in groups. In the practical tests, a lack of practice and vision of the space was detected in the realization of the constructive details, conditioning the correct learning of the subject. As a result, in the 2018-19 academic year, the implementation of the inverted class or Flipped Classroom began, allowing a change in the pedagogical methodology used in the course. After three years of implementation, the data obtained are exposed and analyzed throughout this communication.

Keywords: Construction, inverted class, construction details, spatial vision.

RESUMEN

En la asignatura de Construcción IV del Grado de Edificación de la Universidad de les Illes Balears, los alumnos adquieren las competencias relacionadas con el diseño y la ejecución de los elementos estructurales de los edificios, siendo una asignatura eminentemente práctica en la que es muy importante la visión del espacio y la realización de detalles constructivos a mano alzada.

Hasta el curso 2017-18, las clases teóricas se impartían mediante clases presenciales, con un marcado acento de clase magistral, que obligaban a invertir las dos horas de clase en la explicación de cada uno de los temas de la asignatura, no permitiendo la interacción entre el profesor y los alumnos y entre ellos mismos.

Para evaluar la asignatura se realizaban pruebas teóricas y prácticas, tanto individuales como en grupo. En las pruebas prácticas se detectó una falta de práctica y visión del espacio en la realización de los detalles constructivos, condicionando el correcto aprendizaje de la asignatura. A raíz de ello, en el curso 2018-19 se inició la implementación de la clase invertida o Flipped Classroom, permitiendo un cambio de metodología. Después de tres años de implementación, se exponen y analizan, a lo largo de la presente comunicación, los datos obtenidos.

Palabras clave: Construcción, clase invertida, detalles constructivos, visión de espacio.

1. INTRODUCCIÓN

Durante muchos años la metodología más utilizada en las universidades ha sido la clase magistral. Consistente en un sistema pasivo de formación, en el que el profesor se erigía como el gran protagonista y los alumnos en unos elementos pasivos en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Provocando una falta de diversidad de fuentes de conocimiento, un protagonismo casi exclusivo del profesor, incapacidad para llegar a determinados objetivos de aprendizaje y básicamente el casi nulo protagonismo de los alumnos en su aprendizaje (Rodríguez Sánchez, 2011)

La incorporación de las nuevas tecnologías en el mundo de la enseñanza ha permitido incorporar nuevas formas de llevar a cabo la enseñanza-aprendizaje de los alumnos. A raíz de esta incorporación, una metodología muy interesante es la clase invertida o Flipped Classroom, que permite darle la vuelta a la clase, facilitando que los alumnos realicen un estudio autónomo de las asignaturas, utilizando el material proporcionado por el profesorado y haciendo un uso bastante intenso de las tecnologías de la información y de la comunicación.

Con la clase invertida los alumnos realizan las tareas que antes realizaban en el aula, haciendo uso de los materiales audiovisuales que tienen a su alcance en el aula digital de la universidad, ello permite que en el aula el profesor pueda guiar a los alumnos, aclarando dudas y realizando propuestas de trabajos para reforzar el aprendizaje (Sánchez Rodríguez, Ruiz Palmero, & Sánchez Vega, 2014)

Algunas ventajas de la metodología implican un compromiso de los alumnos en su proceso de aprendizaje, participando de forma activa en este. Facilita la autonomía del alumno, permitiendo que aprendan a su ritmo. En el aula, el profesor puede llevar a cabo una atención más personalizada de los alumnos, con sus correspondientes ventajas. Los alumnos pueden ser más creativos, gracias a su autonomía en el desarrollo del trabajo. También mejora la interacción entre alumnos y profesor (Berenguer-Albaladejo, 2016)

Pero no todo son ventajas, ya que los alumnos se tienen que implicar firmemente en su aprendizaje, teniendo que trabajar de forma autónoma los contenidos previos a las sesiones presenciales. Esto comporta una alta carga de trabajo, para todos los actores intervinientes. Y una diferente capacidad de trabajar autónomamente de los alumnos (Berenguer-Albaladejo, 2016)

En cuanto a las percepciones de los alumnos, los estudios indican que un alto porcentaje prefieren la clase invertida en lugar de la clase tradicional. Se puede extraer que los alumnos necesitan a los profesores para poder asimilar los contenidos, esto permite ver que valoran el trabajo de guiado de los profesores en esta metodología. También los alumnos prefieren los

contenidos audiovisuales, a los tradicionales en papel como son los apuntes, los libros, etc. De todas formas, es muy importante, antes de implementar la metodología explicar a los alumnos en que consiste y contar con su aprobación, para así poder tener un cierto éxito. La interactividad del material es clave para conseguir tener éxito (Arráez Vera, Lorenzo Lledó, Gómez Puerta, & Lorenzo Lledó, 2018). En otros estudios de similares características se han obtenido resultados muy similares como son los de (Universidad de Málaga. Grupo de Investigación Innoeduca, Acuña Bastias, & Rojas Polanco, 2016); (Gilboy, Heinerichs, & Pazzaglia, 2015); (Awidi & Paynter, 2019); (Akçayır & Akçayır, 2018)

2. TRABAJOS RELACIONADOS

En los cursos 2018-19, 2019-20 y en el 2020-21 se ha participado en unos proyectos de innovación docente, convocados por el Instituto de Investigación e Innovación Educativa (IRIE) de la Universidad de les Illes Balears. Estos proyectos han permitido realizar el estudio y seguimiento de la paulatina implementación de la clase invertida o Flipped Classroom en la asignatura de Construcción IV de los estudios de Grado de Edificación que se imparten en la Universidad de les Illes Balears.

3. METODOLOGÍA

Como se ha comentado anteriormente, para conseguir una mejora en el proceso de aprendizaje de los alumnos, se ha optado por la paulatina implementación de la clase invertida o Flipped Classroom. Eligiéndose esta metodología debido a que permite que los alumnos sean más autónomos y que en las horas de clase en el aula se puedan realizar trabajos, tanto de forma individual como grupal, permitiendo además resolver las dudas que van apareciendo en el transcurso del trabajo autónomo fuera del aula.

La asignatura Construcción IV del Grado de Edificación se cursa durante el segundo semestre del tercer curso. Se estructura mediante, trabajos individuales relacionados con cada tema (30 horas presenciales), trabajos en grupo (26 horas presenciales) y dos pruebas de evaluación (4 horas presenciales) con su correspondiente recuperación, en caso de ser necesaria. La presente comunicación se centra en la parte de los trabajos individuales y la parte teórica.

Los trabajos individuales consisten en el grafiado a mano alzada de las soluciones constructivas de los diferentes elementos estructurales de cada tema, realizando las comprobaciones que sean necesarias según la aplicación de la normativa de obligado cumplimiento. También se deben describir de forma cronológica las diferentes fases de ejecución de los citados elementos.

3.1. Obtención de datos

A final del segundo semestre de los cursos 2018-19 a 2020-21 se ha puesto a disposición de los alumnos un cuestionario para conocer su opinión en relación a la implementación de la clase invertida.

También se han tenido en cuenta las calificaciones obtenidas por los alumnos, con la metodología tradicional y con la de la clase invertida.

4. RESULTADOS

4.1. Cuestionarios

Mediante la herramienta formularios de Google se han planteado cinco preguntas, para las cuatro primeras se ha utilizado una escala de Likert y la última es dicotómica.

Los cuestionarios han sido contestados de forma anónima. El del curso 2018-19 contestado por 32 alumnos (85,5%) de los 37 matriculados, el del curso 2019-20 contestado por 25 alumnos (69,5%) de los 36 matriculados y el del curso 2020-21 contestado por 23 alumnos (71,9%) de los 32 matriculados.

A continuación, se incluyen las preguntas incluidas en los cuestionarios y los resultados obtenidos en cada una de ellas.

- ¿Crees que la realización de prácticas individuales te ha ayudado en tu aprendizaje de cara a la resolución del examen?

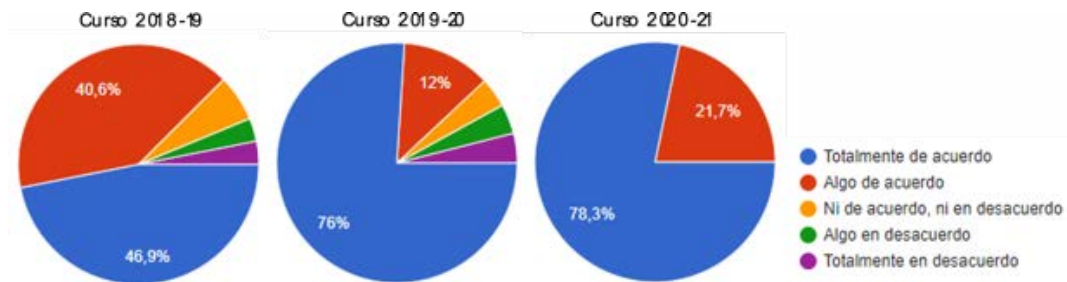


Figura 1. Fuente propia. Resultados cuestionarios de Google. Pregunt 1

Se puede comprobar que los alumnos consideran que las prácticas individuales les ayudan a la hora de realizar los exámenes. Los alumnos que están de acuerdo han ido aumentando en cada curso y en los dos últimos cursos, la opción totalmente de acuerdo supera el 50%.

- ¿Consideras que los comentarios de los profesores sobre los trabajos entregados han favorecido tu aprendizaje y te han ayudado en prácticas posteriores?

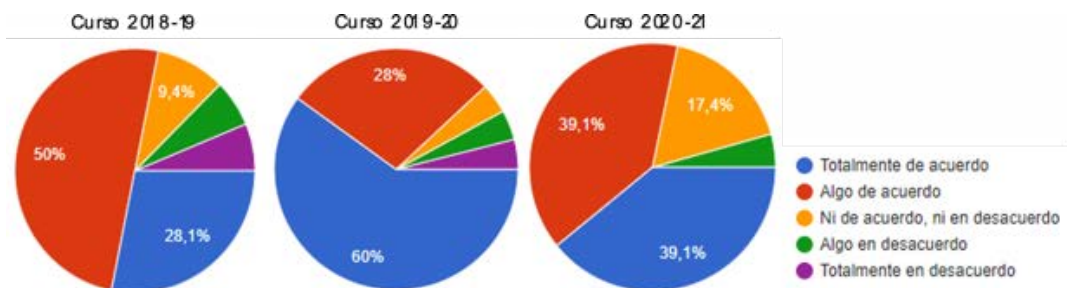


Figura 2. Fuente propia. Resultados cuestionarios de Google. Pregunt 2

Teniendo en cuenta los porcentajes correspondientes a la opción totalmente de acuerdo y la de algo de acuerdo, suman un 78,1%, un 88% y un 78,2% respectivamente, valores muy similares que permiten deducir que los alumnos valoran positivamente la retroalimentación que realiza el profesorado.

- ¿Crees que la cantidad de información disponible en el Auladigital (vídeos, presentaciones, etc.) te ha facilitado trabajar a tu propio ritmo?

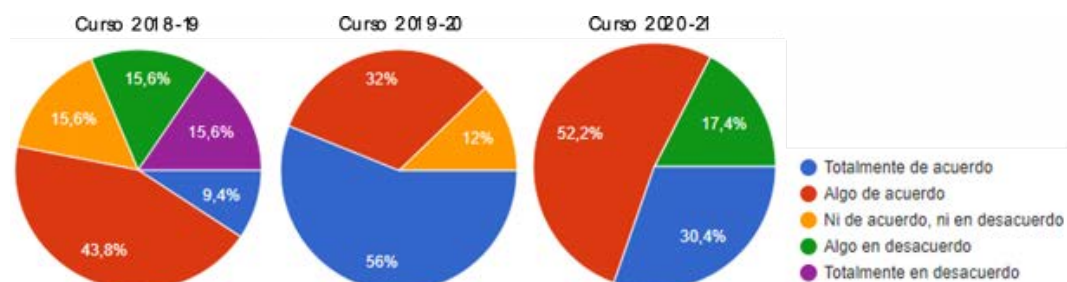


Figura 3. Fuente propia. Resultados cuestionarios de Google. Pregunt 3

En los dos últimos cursos, los alumnos valoran positivamente los recursos que tienen a su disposición, siendo los porcentajes de totalmente de acuerdo y algo de acuerdo de un 88% y un 82.6% respectivamente, este aumento se puede atribuir a la mejora del material y la cantidad ajustada de este.

- ¿Crees que la explicación del temario, por medio de vídeos incluidos en Auladigital, te ha facilitado el aprendizaje de los temas de la asignatura?

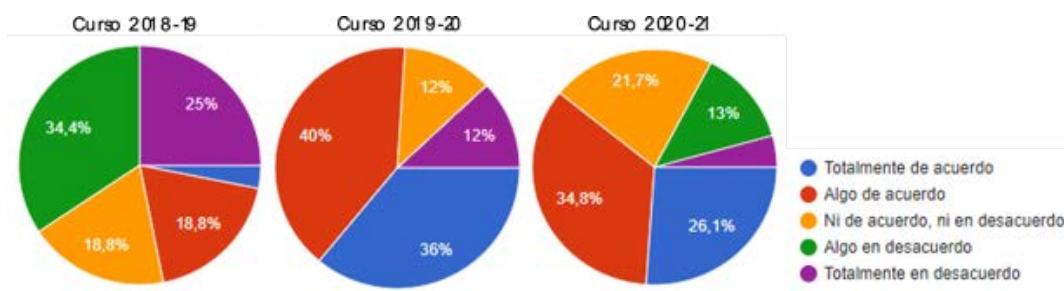


Figura 4. Fuente propia. Resultados cuestionarios de Google. Pregunta 4

En esta pregunta han intervenido dos factores clave, para conseguir una valoración muy positiva en el curso 2019-20 y un poco menos en el curso 2020-21. Por una parte, la mejora de los vídeos y por otra la información inicial que se les suministra a los alumnos, en cuanto al rol que deben desempeñar y el trabajo que deben realizar en la clase invertida. En el primer curso de implantación no se explicó detalladamente y los alumnos tuvieron muchos problemas para adaptarse a la nueva metodología. Basta con comparar el 76% del curso 2019-20 y el 60.9% del curso 2020-21 de los alumnos que están totalmente de acuerdo o algo de acuerdo, con el 21.8% del curso 2018-19.

- Si tuvieras que decidir la forma en la que quieres aprender

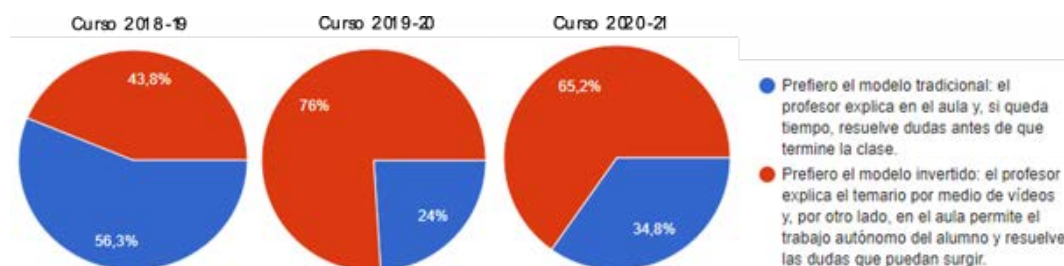


Figura 5. Fuente propia. Resultados cuestionarios de Google. Pregunta 5

Esta pregunta está muy relacionada con la anterior, desde que se les informa a los alumnos del rol que deben desempeñar y el trabajo que deben realizar en la clase invertida, un porcentaje muy elevado se decanta por esta, en concreto un 76% y un 65.2% respectivamente, en los dos últimos cursos. En cambio, en el primero de implantación solo a un 43.8% preferían la clase invertida, todo ello debido principalmente a lo comentado anteriormente.

4.2. Calificaciones

A continuación, se incluye una tabla con las calificaciones obtenidas por los alumnos, durante los cursos 2014-15 al 2017-18, en los que se impartía la asignatura mediante las clases magistrales y las de los cursos 2018-19 y 2019-20 en los que se ha impartido la asignatura mediante la clase invertida. Del curso 2020-21, todavía no se dispone de las calificaciones finales.

Tabla 1. Fuente propia. Tabla calificaciones metodología clase magistral y clase invertida

Calificaciones asignatura con la metodología de las clases magistrales					
Curso	Nº. Alumnos	Notable (%)	Aprobado (%)	Suspenso (%)	No presentados (%)
2014-15	42	11.9	47.62	28.57	11.9
2015-16	47	8.51	68.09	17.02	6.38
2016-17	25	24.0	76.0	0.0	0.0
2017-18	40	2.5	57.5	30.0	10.0
Calificaciones asignatura con la metodología de la clase invertida					
Curso	Nº. Alumnos	Notable (%)	Aprobado (%)	Suspenso (%)	No presentados (%)
2018-19	37	8.1	67.57	16.22	8.11
2019-20	36	27.78	41.67	25.0	5.56

Del análisis de la tabla anterior se aprecia un incremento del porcentaje de notables en el curso 2019-20 impartido mediante la clase invertida, siendo muy similares el resto de los porcentajes por valor de calificación. Los resultados de las calificaciones del curso 2016-17 se pueden considerar fuera de lo habitual, en comparación con las calificaciones del resto de cursos.

5. CONCLUSIONES

Se ha podido comprobar, que las habilidades para desarrollar los detalles constructivos a mano alzada han mejorado con la realización de los trabajos individuales y en grupo. Principalmente por el tiempo que se ha podido dedicar en clase al guiado de los alumnos por parte de los profesores, todo ello gracias a la clase invertida.

También se ha conseguido que los alumnos tengan una mayor autonomía para el estudio y la realización de los trabajos, siendo muy importante poder dedicar las horas de clase en el aula a resolver dudas y seguir trabajando en los diferentes trabajos. Habiendo mejorado la interacción entre los alumnos y entre los alumnos y los profesores. Mejorando notablemente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Cuando se realiza un cambio de metodología es muy importante explicarla adecuadamente, indicando a los alumnos el rol que deben desempeñar y el trabajo que deben realizar, ya que deben asumir un alto grado de autonomía.

Finalmente hacer referencia a la situación que ha tocado vivir con la COVID19, teniendo que adaptar la docencia a la semipresencialidad y durante unos meses a la no presencialidad. Gracias a tener todo el material de apoyo en formato digital y poder contar con la plataforma educativa de la Universidad, todo ha sido más sencillo y además se han obtenido muy buenos resultados, a pesar de las dificultades.

REFERENCIAS

- Akçayır, G., & Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers and Education*, 126, 334–345. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>
- Arráez Vera, G., Lorenzo Lledó, A., Gómez Puerta, M., & Lorenzo Lledó, G. (2018). La clase invertida en la educación superior: percepciones del alumnado. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología*, 2(1), 155. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2018.n1.v2.1197>

- Awidi, I. T., & Paynter, M. (2019). The impact of a flipped classroom approach on student learning experience. *Computers & Education*, 128, 269–283. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2018.09.013>
- Berenguer-Albaladejo, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom. Retrieved from <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/59358>
- Gilboy, M. B., Heinerichs, S., & Pazzaglia, G. (2015). Enhancing Student Engagement Using the Flipped Classroom. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 47(1), 109–114. <https://doi.org/10.1016/J.JNEB.2014.08.008>
- Rodríguez Sánchez, M. (2011). Metodologías docentes en el EEES. De la clase magistral al portfolio. *Tendencias Pedagógicas*, (17), 83–103. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3653734>
- Sánchez Rodríguez, J., Ruiz Palmero, J., & Sánchez Vega, E. (2014). Las clases invertidas: beneficios y estrategias para su puesta en práctica en la educación superior. Retrieved from <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/7821>
- Universidad de Málaga. Grupo de Investigación Innoeduca, A. R., Acuña Bastias, J. M., & Rojas Polanco, M. P. (2016). *Innoeduca. Innoeduca: international journal of technology and educational innovation, ISSN-e 2444-2925, Vol. 2, Nº. 2, 2016, págs. 90-99* (Vol. 2). Grupo de Investigación Innoeduca. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6012017>

Desarrollo de proyectos de movilidad, sostenibilidad y medio ambientales bajo metodología ABR

Antonio Ortega^a y Maria Dolores Reyes^a

aortega@florida-uni.es ; mdreyes@florida-uni.es

^a Florida Centro de Formación, C/Rei En Jaume I, nº 2, 46470, Catarroja, Valencia

ABSTRACT

Since 2011, Florida Universitària supports the development and the evaluation of competences in the Engineering degrees by carrying out a transversal Project, called Integrated Project (IP). This project is faced by teams of students belonging to the first, second and third years. Since 2018-19 academic year, in the second year of the Degrees of Mechanical Engineering and Industrial Electronic and Automatic Engineering, Learning Based Challenges (LBC) methodology has been implemented, which has allowed students to propose challenges related to implementing improvement actions regarding the areas of sustainability, mobility and environment in their close environment. As a result of this process, this document contains the main achievements and some of the most relevant challenges have been highlighted. Additionally, it is analyzed through the global assessment of the PI, which has been the impact of ABR methodology in the student's perception.

Keywords: Learning Based Challenges, sustainability, mobility, environment.

RESUMEN

Desde el año 2011, Florida Universitària apuesta por el desarrollo y la evaluación de competencias en las titulaciones de Ingeniería mediante el desarrollo de un proyecto transversal, llamado Proyecto Integrado (PI) y realizado por equipos de alumnado pertenecientes a primer, segundo y tercer curso. Desde el curso 2018-19, en segundo curso de los Grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, se ha implementado la metodología del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) que ha permitido al alumnado proponer retos vinculados a implementar acciones de mejora respecto a las áreas de sostenibilidad, movilidad y medio ambiente en su entorno cercano. Como resultado de este proceso, en el presente documento se recogen los principales logros alcanzados, de los que se han destacado algunos de los retos más relevantes. Adicionalmente, se analiza a través de la valoración global del PI, cual ha sido el impacto de la inclusión del ABR en la percepción del estudiante.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Retos, sostenibilidad, movilidad, medio ambiente.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la relación existente entre Universidad y Sociedad, se podría ubicar en un espacio dinámico, donde los permanentes cambios sociales repercuten significativamente sobre las demandas requeridas a la formación en la Enseñanza Superior. Por otra parte, la adaptación de las titulaciones universitarias al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha impulsado, desde hace más de una década, la aparición y/o modificación de una gran cantidad de metodologías y procedimientos en la docencia universitaria. Como consecuencia de estos dos factores y con el objetivo de acometer estrategias de retorno a la productividad industrial sostenida, se vienen introduciendo paulatinamente mejoras en las acciones formativas de las Escuelas de Ingeniería. Tales mejoras deben dar respuesta a la necesidad creciente en cuanto a interdisciplinaridad, trabajo en equipo y formación en competencias por parte del tejido industrial que emplea actualmente a los egresados de los distintos grados en ingeniería. Una metodología docente que se ha revelado altamente eficaz para el desarrollo del trabajo interdisciplinar es la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), consistente en la resolución de un problema o realización de un proyecto, normalmente de cierta envergadura y afrontado en equipo. Este modelo de aprendizaje activo, junto al Aprendizaje Basado en Problemas, forman la base del Aprendizaje Basado en Retos (ABR), el cual «involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, significativa y relacionada con su entorno, lo que implica definir un reto e implementar para éste una solución» (de la Mano, 2018). En definitiva, el ABR, al igual que el resto de metodologías activas persigue el leitmotive «Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo» (Benjamin Franklin).

1.1. El Aprendizaje Basado en Retos

«Existen muchas similitudes entre el ABP y el ABR pero también existen notables diferencias que inciden fundamentalmente en el factor emocional o actitudinal del alumnado » (Ortega et al, 2019). En el ABR son los estudiantes quienes identifican la necesidad a satisfacer o el ámbito de mejora en determinado aspecto como fruto de un proceso de observación, recopilación de información, análisis y toma de decisiones grupales. Esto garantiza la implicación de los integrantes y el sentimiento de propiedad física y/o intelectual respecto del reto elegido. Por otra parte, los retos suelen ser muy abiertos, lo cual dificulta la labor de guía por parte del docente generando cierta incertidumbre en cuanto a la consecución de los resultados finales. Es por ello, que todos los actores implicados en el proceso, tanto alumnado como profesorado, deben ser conscientes de la viabilidad de la solución y de la posibilidad de no obtener los resultados previstos. Esto nos lleva a otro aspecto importante del ABR que es la gestión emocional individual y grupal así como el convencimiento de que el aprendizaje no depende del resultado alcanzado sino del camino recorrido.

Tabla 1. Aspectos clave de las principales metodologías activas

Técnica / Característica	Aprendizaje Basado en Proyectos	Aprendizaje Basado en Problemas	Aprendizaje Basado en Retos
Aprendizaje	Los estudiantes construyen su conocimiento a través de una tarea específica (Swiden, 2013). Los conocimientos adquiridos se aplican para llevar a cabo el proyecto asignado.	Los estudiantes adquieren nueva información a través del aprendizaje autodirigido en problemas diseñados (Boud, 1985, en Savin-Baden y Howell Major, 2004). Los conocimientos adquiridos se aplican para resolver el problema planteado.	Los estudiantes trabajan con maestros y expertos en sus comunidades, en problemáticas reales, para desarrollar un conocimiento más profundo de los temas que están estudiando. Es el propio reto lo que detona la obtención de nuevo conocimiento y los recursos o herramientas necesarios.
Enfoque	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante y predefinida, para la cual se demanda una solución (Vicerrectoría de Normatividad Académica y Asuntos Estudiantiles, 2014).	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante y normalmente ficticia, para la cual no se requiere una solución real (Larmer, 2015).	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante y abierta, para la cual se demanda una solución real.

Producto	Se requiere que los estudiantes generen un producto, presentación, o ejecución de la solución (Larmer, 2015).	Se enfoca más en los procesos de aprendizaje que en los productos de las soluciones (Vicerrectoría de Normatividad Académica y Asuntos Estudiantiles, 2014).	Se requiere que estudiantes creen una solución que resulte en una acción concreta.
Proceso	Los estudiantes trabajan con el proyecto asignado de manera que su abordaje genere productos para su aprendizaje (Moursund, 1999).	Los estudiantes trabajan con el problema de manera que se ponga a prueba su capacidad de razonar y aplicar su conocimiento para ser evaluado de acuerdo a su nivel de aprendizaje (Barrows y Tamblyn, 1980).	Los estudiantes analizan, diseñan, desarrollan y ejecutan la mejor solución para abordar el reto en una manera que ellos y otras personas pueden verlo y medirlo.
Rol del profesor	Facilitador y administrador de proyectos (Jackson, 2012).	Facilitador, guía, tutor o consultor profesional (Barrows, 2001 citado en Ribeiro y Mizukami, 2005).	Coach, co-investigador y diseñador (Baloian, Hoeksema, Hoppe y Milrad, 2006).

Fuente: Observatorio de Innovación Educativa (2015)

1.2. Medio ambiente, sostenibilidad y movilidad

Desde 2006 la Academia Nacional de Ingeniería congrega a reputados expertos de diversos ámbitos para identificar y consensuar los principales retos actuales (NAE, 2008) para ayudar a las personas y al planeta a prosperar durante este siglo. De un listado de 14 retos de la Ingeniería, la práctica totalidad de ellos está relacionado de una u otra manera con el medio ambiente, la sostenibilidad y la movilidad. Este hecho, unido a la componente de relación con el entorno que promulga la metodología ABR, nos permite definir el marco de actuación de los equipos, que deberán plantear libremente retos vinculados a uno de estos tres aspectos y contextualizados al entorno cercano. « La movilidad urbana sostenible se enfoca en el fomento de las dimensiones sociales, la accesibilidad, la integración de las personas y el tráfico, la preservación del ambiente y el desarrollo económico en torno a los sistemas de transporte. » (Quintero-González, 2017)

Adicionalmente, los objetivos de desarrollo sostenible requieren diseños duraderos y fiables, que eviten la obsolescencia programada; diseños modulares, que faciliten su reparación y/o ampliación; diseños optimizados en lo que a cantidad de componentes se refiere y que usen materiales reciclados en la medida de lo posible.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

A nivel internacional existen numerosas experiencias educativas innovadoras donde se fomenta el ABP, que integran naturalmente la interdisciplinariedad. En Norteamérica destacan las universidades de Case Western Reserve (USA), West-Virginia (USA), Massachussets (USA), Delaware (USA), McMaster (Canadá) y Vancouver (Canada) entre otras. En Latinoamérica cabe destacar el modelo de aprendizaje del Instituto Tecnológico de Monterrey en México (TM, 2015) donde se aplican técnicas de ABR para fomentar el aprendizaje activo, la autogestión del aprendizaje y la formación integral. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, son otros centros destacados en la aplicación de metodologías activas. En Europa, las universidades de Maastricht (Holanda) y de Alborg (Dinamarca) han sido tradicionalmente el máximo exponente de la metodología ABP, aunque en los últimos años gran cantidad de centros universitarios (especialmente escuelas de ingeniería) han adoptado esta metodología como vehículo o al menos como pilar importante de la formación ofrecida.

A nivel nacional existen algunas experiencias formativas que fomentan el aprendizaje interdisciplinar mediante la realización de proyectos a lo largo de sus estudios. A modo de ejemplo, el modelo educativo de Florida Universitària se basa en el aprendizaje activo y en el desarrollo de proyectos integrados (PI) en cada curso en todas sus titulaciones, dedicándose un 25% de la carga lectiva de los tres primeros cursos al desarrollo de la modalidad de enseñanza-aprendizaje de carácter interdisciplinar (Aznar et al, 2015). Esta iniciativa, que se pone en marcha en el curso 2010-11, está inspirada en el modelo de aprendizaje cooperativo basado en proyectos que se realizan en los estudios de Ingeniería Química de la Universidad Rovira i Virgili (Witt et al, 2006).

De manera complementaria, los estudiantes de ingeniería Mecánica y Electrónica Industrial y Automática de Florida forman anualmente, desde el año 2012, equipos interdisciplinarios de MotoStudent o Dronestudent integrados por alumnado de diversos cursos de ambas titulaciones. De esta manera los estudiantes desarrollan sus competencias, autogestionándose y asumiendo diferentes roles dentro de una escudería de motos y la de drones, para desarrollar y fabricar un prototipo de motocicleta o dron de competición bajo ciertos condicionantes técnicos y económicos.

3. METODOLOGÍA

La metodología del ABR lleva implementándose en segundo curso de los grados de Ingeniería desde el año 2018 dentro de la asignatura transversal llamada Proyecto Integrado (PI). El marco referencial que ampara los diversos retos a plantear tiene relación con la mejora del entorno próximo (mejora tu ciudad). En concreto, las áreas de interés que tienen que abordar los equipos de estudiantes son:

- Medio ambiente: energías renovables, aprovechamiento de residuos, etc.
- Sostenibilidad: Jardinería, eficiencia, etc.
- Movilidad: Alternativas al coche, vehículo eléctrico, patines eléctricos, etc.

3.1. Papel del alumnado

El estudiante, en primera instancia, debe elegir el reto en base a las evidencias recogidas y derivadas de los procesos de observación, entrevistas, análisis de datos, aplicación de técnicas de creatividad y design thinking.

El desarrollo del reto elegido por el equipo debe contemplar diversas experiencias de aprendizaje o tareas que fomenten las actividades de reflexión, análisis crítico y síntesis, dónde el estudiante deba tomar la iniciativa, decidir y hacerse responsable de los resultados.

Las fases del ABR vienen descritas por el ciclo de STAR Legacy (Rowe et al, 2007) y guían a los equipos en la consecución de sus objetivos. Los elementos de este ciclo son:

- Reto: Problemática y definición.
- Generar ideas: Primeras reflexiones sobre el reto (deben usarse técnicas que fomenten la creatividad).
- Múltiples perspectivas: Diferentes acercamientos sobre el reto y posibles formas de abordarlo.
- Investigar y revisar: Participación en actividades de investigación y revisión de datos e información.
- Probar la destreza: Autoevaluación formativa por parte del estudiante.
- Publicar la solución: Publicación de los productos y resultados logrados.



Figura 1. STAR Legacy Cycle (Cordray et al, 2009).

3.2. Papel del equipo docente

Paralelamente, el equipo docente implicado será responsable de: orientar a los equipos en el planteamiento correcto del reto, establecer límites en el alcance de la solución a desarrollar, facilitar el proceso de aprendizaje mediante la consecución de hitos y dar apoyo a los estudiantes, asegurando la integridad física y emocional del alumnado ante las adversidades. El profesor y los estudiantes pueden experimentar éxito, fracaso, incertidumbre y tomar riesgos, porque los resultados de la experiencia pueden no ser totalmente predecibles. Finalmente y como consecuencia de la valoración del proceso de acompañamiento de cada uno de los equipos, el equipo docente debe evaluar objetivamente cada una de las fases descritas por el ciclo de STAR Legacy.

4. RESULTADOS

Durante estos tres últimos cursos, los equipos de segundo curso de los grados de Ingeniería Mecánica y Electrónica en Florida Universitària, han venido formulando y desarrollando múltiples retos que incidieran en la sostenibilidad, movilidad y medio ambiente del entorno cercano.

4.1. Retos destacables

Como resultado de la metodología ABR nos gustaría destacar los más relevantes en cuanto a innovación y calidad de resultados obtenidos.

• *Instalación de jardines verticales sostenibles*

Un equipo formado por 7 estudiantes ha desarrollado un sistema eficiente y sostenible que permite la instalación de jardines verticales en entornos urbanos capaces tanto de mejorar la calidad del aire como poder producir vegetales de germinación rápida para su consumo. La monitorización del estado del vegetal será continua, la cantidad de agua y luz artificial serán controlados en función de las mediciones de temperatura, humedad del aire, humedad y pH de la tierra de cultivo. Además, el sistema dispondrá de un módulo Bluetooth, que permitirá monitorizar todas las mediciones en un teléfono móvil mediante una app diseñada para la ocasión.



Figura 2. Prototipo de maceta para jardín vertical impresa en 3D

• ***Gestión sostenible de alumbrado público***

Un equipo integrado por 7 estudiantes ha desarrollado un proyecto para la generación de energía y gestión inteligente del alumbrado público. Se ha realizado un prototipo de alumbrado vertical de una vía pública, cada punto de luz puede ser regulado en función de los datos arrojados por la monitorización en tiempo real de la iluminación natural y de la presencia de tráfico a pie o rodado. De esta manera, el nivel de iluminación se adaptará a las necesidades reales de la vía pública y por tanto se optimizará el consumo eléctrico. Adicionalmente se contabilizarán las horas de uso y consumo de cada luminaria desde un centro de control remoto, lo cual permitirá realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de las mismas.



Figura 3. Prototipo de alumbrado inteligente para vía pública

• ***Batería recargable mediante energía eólica y fotovoltaica para alimentación de dispositivos electrónicos***

Un equipo de 5 estudiantes realizó un proyecto para crear un sistema de obtención de energía eléctrica renovable mediante la luz del sol y el viento (solar y eólica), portátil, con

capacidad de carga para dos dispositivos electrónicos (smartphones, mp3, linternas portátiles, etc.) y luz de interior en tienda de campaña para un día. En la motivación de este reto han influido una serie de factores clave, como: posible utilización en actividades al aire libre, puesta en marcha en países del tercer mundo a través de ONGs o uso en sistemas de emergencia para carga de dispositivos electrónicos en caso de fallo de suministro energético.

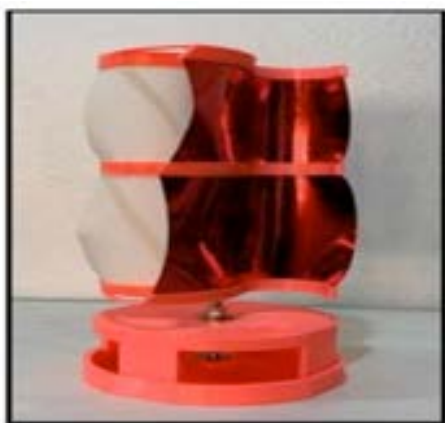


Figura 4. Vela de alta eficiencia para aerogenerador impresa en 3D

4.2. Impacto de la metodología ABR en la percepción del alumnado

En la figura 5 se muestra la valoración global del alumnado de segundo, del Grado de Ingeniería, sobre el desarrollo del Proyecto Integrado durante los últimos cinco cursos lectivos.

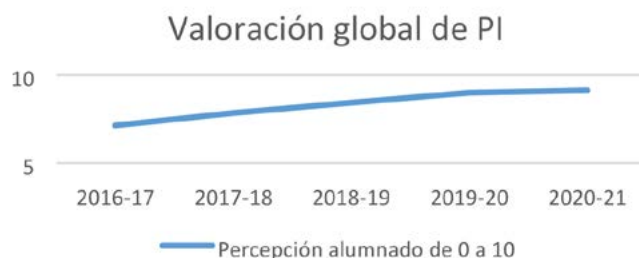


Figura 5. Percepción del alumnado respecto a PI de segundo curso

Como puede observarse, la curva sigue una evolución ascendente que se incrementa sensiblemente en el curso 2018-19, año de la implantación de la metodología ABR. Esta tendencia constata la influencia positiva que ha ejercido en el PI la inclusión de la metodología ABR.

5. CONCLUSIONES

A nivel prodedimental, se ha conseguido, por parte del alumnado, materializar prototipos haciendo uso de técnicas de diversa complejidad como: revelado y soldado de placas de circuito impreso, aplicación de técnicas de fabricación mecánica así como diseño e impresión 3D. Por otra parte, el alumnado ha abordado distintos contenidos surgidos de la necesidad de satisfacer una necesidad, este hecho implica una demanda por parte de los estudiantes de determinada formación imprescindible para la consecución del reto. Es decir el alumnado ha cambiado su papel en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ha pasado de receptor a demandante de información. Finalmente, a nivel actitudinal, el alumnado se siente más motivado al poder elegir el reto a desarrollar, lo que conlleva un incremento de la relación del PI con la realidad social y económica, puesto que se trata de solucionar problemas o cubrir necesidades en un entorno de proximidad.

REFERENCIAS

- Aznar, M. et al (2015). *Interdisciplinary robotics project for first-year engineering degree students*. Journal of Technology and Science Education. JOTSE.
- Cordray, D. S., Harris, T. R., y Klein, S. (2009). *A Research Synthesis of the Effectiveness, Replicability, and Generality of the VaNTH Challenge-based Instructional Modules in Bioengineering*. Journal of Engineering Education, 98(4), 335-348.
- 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
- National Academy of Engineering (2008). *14 Grand Challenges for Engineering* [Online]. Recuperado de : <http://www.engineeringchallenges.org/8996.aspx> .
- Ortega, A. et al (2018). *Del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) al Aprendizaje Basado en Retos (ABR)*. XXVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET). Alcoi.
- Quintero-González, J. R. (2017). *Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible*. Ambiente y Desarrollo, 21(40), 57-72. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.citm40.citm>

Rowe, C. et al. (2007). *A study of Challenge-Based Learning techniques in an introduction to engineering course*. Recuperado de:

http://www.icee.usm.edu/icee/conferences/asee2007/papers/105_A_STUDY_OF_CHALLENGE_BASED_LEARNING_TECH.pdf

Tecnológico de Monterrey (2015). *Reporte Edu Trends "Aprendizaje basado en retos"* [Documento PDF]. Disponible en <https://goo.gl/dA3ux8>.

Witt H. et al (2006). *A Competency-Based Educational Model in a Chemical Engineering School*. International Journal of Engineering Education, 22, 218-235.

Experimentando con el Aprendizaje Basado en el Error en Ingeniería Informática

Carlos Reaño^a

c.reano@qub.ac.uk

^a School of Electronics, Electrical Engineering and Computer Science (Queen's University Belfast, 16 Malone Road, BT9 6SB, Belfast, United Kingdom)

ABSTRACT

Direct instruction is one of the most used teaching methodologies. Students are directly instructed by the teacher, who is in the core of this teaching methodology. The information only flows in one direction: from the teacher to the students. As a result, the involvement of the students in the learning process is usually low. The student role is reduced to receiving the information from the teacher, which limits the student engagement. In this paper we experiment with error-based learning techniques to increase the involvement of the students in the learning process. The experimentation is done in the context of an undergraduate degree in Computer Engineering. To improve the student engagement, the teacher makes mistakes and challenges the students to identify and rectify these errors. The information is then bidirectional between the teacher and the students. This translates into a higher student engagement in the learning process and a potential improvement of the learning experience.

Keywords: Error-based learning, teaching methodologies, student engagement, learning innovations.

RESUMEN

La instrucción directa es una de las metodologías de enseñanza más utilizadas. Los estudiantes son instruidos directamente por el profesor, que es el núcleo de esta metodología de enseñanza. La información sólo fluye en una dirección: del profesor a los estudiantes. Como resultado, la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje suele ser baja. El papel del estudiante se reduce a recibir la información del profesor, lo que limita la participación del estudiante. En este artículo experimentamos con técnicas de aprendizaje basado en el error para aumentar la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. La experimentación se realiza en el contexto de un grado en Ingeniería Informática. Para mejorar la participación de los estudiantes, el profesor comete errores e incentiva a los estudiantes para que identifiquen y rectifiquen estos errores. De este modo, la información es bidireccional entre el profesor y los estudiantes. Esto se traduce en una mayor participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje y en una potencial mejora de la experiencia de aprendizaje.

Palabras clave: Aprendizaje basado en el error, metodologías docentes, participación del estudiante, innovación docente.

1. INTRODUCCIÓN

Entre las diferentes metodologías de enseñanza existentes (2U, 2021a), probablemente la más extendida y popular sea la de instrucción directa (2U, 2021b). En esta metodología el profesor está en el centro del modelo e instruye directamente a los estudiantes. El conocimiento se transfiere del profesor a los estudiantes a través de clases magistrales, donde la comunicación es únicamente unidireccional: del profesor a los estudiantes. Los estudiantes son, por tanto, agentes pasivos que simplemente reciben la información. Esto da lugar a poca interacción entre el profesor y los estudiantes, y no fomenta la participación de los estudiantes en el aprendizaje.

Sin embargo, existen otros enfoques en los que los estudiantes están en el centro del modelo, como por ejemplo el aprendizaje basado en la indagación (2U, 2021c) o el aprendizaje basado en juegos (2U, 2021d). En estas metodologías los estudiantes están en el centro del modelo. Los estudiantes adquieren el conocimiento a través del profesor, el material didáctico y los comentarios recibidos de las tareas y evaluaciones. Los estudiantes son, por tanto, agentes activos que interactúan con los recursos disponibles para aprender. Esto permite una alta interacción entre el maestro y los estudiantes, y fomenta la participación de los estudiantes en el aprendizaje.

Inspirados por este tipo de métodos de enseñanza, en este artículo experimentamos con técnicas de aprendizaje basado en el error para aumentar la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. La experimentación se realiza en el contexto de un grado en Ingeniería Informática. Para mejorar la participación de los estudiantes, el profesor comete errores e incentiva a los estudiantes para que identifiquen y rectifiquen estos errores. De este modo, la información es bidireccional entre el profesor y los estudiantes. Esto se traduce en una mayor participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje y en una potencial mejora de la experiencia de aprendizaje.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. En la Sección 2 presentamos con más detalle la metodología propuesta. A continuación, en la Sección 3, mostramos los resultados de aplicar esa metodología en un escenario real. Finalmente, concluimos el artículo en la Sección 4.

2. METODOLOGÍA

Tal y como hemos comentado, proponemos utilizar una metodología de instrucción no directa donde los estudiantes están en el centro del modelo. Al hacer esto, creamos una comunicación bidireccional entre el profesor y los estudiantes. Para lograrlo, el profesor introduce deliberadamente errores en las clases y en los ejercicios prácticos. Con ello se persigue que los estudiantes sigan las clases y los ejercicios prácticos con más atención para detectar y corregir esos errores con la ayuda del profesor durante el tiempo de la clase. El objetivo final es incrementar la interactividad y participación de los estudiantes en las clases teóricas y ejercicios prácticos. Se espera que siguiendo esta metodología los estudiantes estén más motivados, y que ello finalmente se traduzca en una mejor experiencia de aprendizaje.

Se emplea un grado en Ingeniería Informática (Queen's, 2021a) como caso de uso para evaluar el enfoque propuesto. En particular, la asignatura utilizada fue "Arquitectura Avanzada de Computadores" (Queen's, 2021b), que es una de las asignaturas optativas del último curso del grado. También usaremos material de esta asignatura para explicar el enfoque propuesto. La Figura 1 muestra un ejercicio de ejemplo propuesto a los estudiantes.

Ejercicio. Supongamos que queremos mejorar el rendimiento de un programa. ¿Cuál será la aceleración obtenida al mejorar en un 10% la unidad aritmética lógica (ALU), que se usa el 95% del tiempo?

Figura 1. Ejercicio propuesto

En este ejercicio se espera que los estudiantes utilicen la conocida Ley de Amdahl (Gustafson, 2011) para resolverlo. La ley de Amdahl establece que si la optimización de un programa acelera una fracción f del programa por un factor s , la aceleración final viene dada por la Ecuación 1.

$$\text{Aceleración} = \frac{1}{1 - f + \frac{f}{s}}$$

Ecuación 1. Ley de Amdahl

Un error común que cometen los estudiantes al aplicar la Ecuación 1 para resolver el ejercicio de la Figura 1 es usar el número 10 para el valor de s . Siguiendo la metodología propuesta en este artículo, en primera instancia resolveremos el ejercicio para los estudiantes haciendo precisamente eso, como se muestra en la Figura 2.

$$\text{Aceleración} = \frac{1}{1 - f + \frac{f}{s}} = \frac{1}{1 - 0.95 + \frac{0.95}{10}} = 6.897$$

Figura 2. Solución errónea mostrada a los alumnos inicialmente

En este punto se espera que algunos estudiantes se den cuenta del error y pidan al profesor más explicaciones sobre por qué s es igual a 10, en lugar de calcular el valor de s utilizando la fórmula estudiada en clases anteriores, que se muestra en la Figura 3.

$$10\% \text{ aceleración} \rightarrow s = \frac{1}{1 - 10\%} = \frac{1}{1 - 0.1} = 1.111111$$

Figura 3. Forma correcta de calcular el valor de s

Si esto no sucede y los estudiantes no ven el error, el profesor debe incentivarlos y hacer que se den cuenta del error por ellos mismos. Una vez que ello suceda, el profesor se dejará guiar por los estudiantes hacia la respuesta correcta, que se muestra en la Figura 4.

$$\text{Aceleración} = \frac{1}{1 - f + \frac{f}{s}} = \frac{1}{1 - 0.95 + \frac{0.95}{1.111111}} = 1.105$$

Figura 4. Solución correcta mostrada a los alumnos al final

Si bien esta metodología podría utilizarse de forma aleatoria durante el curso, la hemos ideado para que se aplique en errores comunes e importantes, y no como regla general para cualquier ejercicio. Por lo tanto, nuestro consejo sería no abusar de esta metodología.

3. RESULTADOS

Hemos aplicado la metodología explicada en la sección anterior durante las tres primeras semanas del grado en Ingeniería Informática antes mencionado. Después de ese período, realizamos la encuesta que se muestra en la Figura 5. En nuestro caso, aplicamos principal-

mente la metodología al resolver manualmente los ejercicios prácticos utilizando una cámara de documentos (Hong, 2021). Por ese motivo, en la encuesta también se pide a los estudiantes comentarios sobre el uso de esta herramienta para resolver los ejercicios.

La encuesta de la Figura 5 se realizó entre los aproximadamente 60 estudiantes de la asignatura mencionada anteriormente. De ellos, sólo 15 estudiantes completaron la encuesta. Aunque hubiéramos deseado una mayor participación para sacar conclusiones más representativas, creemos que contar con las respuestas y opiniones del 25% de los estudiantes de la clase puede resultar útil y proporcionar comentarios interesantes. La Tabla 1 presenta los resultados de la Pregunta 1 y la Pregunta 2 de la encuesta. Los resultados de la Pregunta 3 se muestran en la Tabla 2.

Encuesta sobre métodos de enseñanza: semanas 1, 2 y 3

Durante las tres primeras semanas hemos utilizado diferentes técnicas y métodos de enseñanza. Esta encuesta nos permitirá recopilar algunos comentarios vuestros. También hay espacio para sugerencias al respecto. Las respuestas son anónimas. Por favor, intentad responder lo más honestamente posible.

Pregunta 1

¿Te gusta el uso de la cámara de documentos para explicaciones y ejercicios adicionales?

☐ Verdadero
☐ Falso

Pregunta 2

En algunos de los ejercicios cometemos errores de forma intencionada (errores típicos y comunes que normalmente cometéis). La intención es hacer que prestéis más atención y hagáis más preguntas. Las soluciones correctas se ponen a vuestra disposición después de la clase.

☐ Me gusta este método. Ver los errores típicos plantea muchas preguntas que, al final, me hacen comprender mejor el ejercicio.
☐ No me gusta este método. Me confunde, preferiría ver la solución correcta desde el principio.

Pregunta 3

Por favor, escribid sugerencias y comentarios sobre los métodos de enseñanza utilizados durante las semanas 1, 2 y 3 (cosas que os gustaron, cosas que no os gustaron, cosas que creéis que nos pueden ser útiles...).

Figura 5. Encuesta realizada después de probar la metodología propuesta

Tabla 1. Resultados de la encuesta (Pregunta 1 y Pregunta 2)

	Pregunta 1	Pregunta 2
Verdadero / Me gusta este método	100%	33%
Falso / No me gusta este método	0%	66%

Tabla 2. Resultados de la encuesta (Pregunta 3)

Respuesta Pregunta 3		Tipo de respuesta
Estudiante 1	<i>“Me gustó cuando el profesor repasó las preguntas prácticas y las respuestas.”</i>	Positiva
Estudiantes 2-4	Sin respuesta.	
Estudiante 5	<i>“El contenido me pareció bastante interesante y creo que el uso de los ejercicios resueltos que se muestran fue muy útil.”</i>	Positiva
Estudiantes 6-7	Sin respuesta.	
Estudiante 8	<i>“Las clases se desarrollan muy rápido y son difíciles de seguir. Sería útil una mayor interacción con los estudiantes y dedicar más tiempo para explicar temas complicados. Las clases se imparten de manera muy apresurada para terminar con las diapositivas para poder pasar a hacer ejercicios, pero sin entender bien las diapositivas, los ejercicios no son tan útiles como podrían ser.”</i>	Negativa
Estudiante 9	<i>“Con respecto a la pregunta 2, creo que sería preferible destacar los errores comunes en lugar de incluirlos sin explicación.”</i>	Negativa
Estudiantes 10-12	Sin respuesta.	
Estudiante 13	<i>“Sería útil contar con más ejemplos de algunos de los problemas.”</i>	Neutral
Estudiante 14	<i>“No encuentro las soluciones de la cámara de documentos en Canvas¹. Sería bueno subirlas, ya que podría concentrarme más en el ejemplo en lugar de intentar copiarlo.”</i>	Negativa
Estudiante 15	<i>“Buena idea para explicar errores típicos. Aunque sería mejor mencionar si se trata de errores intencionados durante la clase.”</i>	Neutral

Como podemos ver en la Tabla 1, a todos los estudiantes que participaron en la encuesta les gustó el uso de la cámara de documentos para explicaciones adicionales y para la resolución manual de los ejercicios. Sin embargo, en cuanto al uso de la metodología propuesta, que en este caso consistió en cometer errores intencionadamente al mostrar las soluciones de algunos de esos ejercicios, no fue así. Únicamente al 33% de los estudiantes que participaron en la encuesta les gustó esta metodología, mientras que al 66% no les gustó. Como se ha comentado, el objetivo final de esta metodología es hacer que los estudiantes presten más atención y hagan más preguntas. Las soluciones correctas se pusieron a disposición de los estudiantes después de la clase.

De acuerdo con los resultados de la Pregunta 2, parece que la metodología propuesta no fue satisfactoria desde el punto de vista de los estudiantes. Para comprender mejor las razones detrás de esto, hemos analizado los diferentes comentarios obtenidos de los estudiantes en la Pregunta 3, que se muestran en la Tabla 2. En la última columna de la tabla, hemos clasificado los comentarios en positivos, negativos o neutrales, dependiendo de si las respuestas y comentarios señalan aspectos positivos, negativos o neutrales de los métodos de enseñanza utilizados. En resumen, dos de los comentarios se han clasificado como positivos, dos como neutrales, tres como negativos y el resto de los estudiantes que participaron en la encuesta no proporcionaron ningún comentario para respaldar sus elecciones en la encuesta.

Con respecto a los dos comentarios positivos, estos no ofrecen una respuesta directa sobre la metodología de enseñanza analizada en este trabajo. De los dos comentarios neutrales, sin embargo, uno de ellos se refiere a la metodología de la siguiente manera: *“Buena idea para explicar errores típicos. Aunque sería mejor mencionar si se trata de errores intencionados durante*

la clase”, Estudiante 15. Por lo tanto, una forma de mejorar esta metodología podría ser poner a disposición las soluciones correctas durante la clase, en lugar de hacerlo después de la clase, como hemos hecho en esta asignatura.

De las tres preguntas negativas, una de ellas aporta el siguiente comentario respecto a la metodología de enseñanza analizada en este trabajo: “*Con respecto a la pregunta 2, creo que sería preferible destacar los errores comunes en lugar de incluirlos sin explicación*”, Estudiante 9. En este caso, el alumno aboga claramente por explicar directamente los errores típicos, en lugar del enfoque utilizado de incentivar a los alumnos para que descubran los errores por ellos mismos.

Teniendo en cuenta los comentarios recibidos, en particular los comentarios destacados anteriormente, parece que el mayor problema de la metodología propuesta fue “cuándo” los errores y las soluciones correctas se pusieron a disposición de los estudiantes. A partir de estos comentarios de los estudiantes, parece que si las soluciones correctas se desvelaran durante la clase, la metodología podría tener una mejor acogida por los estudiantes y proporcionar mejores resultados.

4. CONCLUSIONES

En este artículo hemos experimentado con técnicas de aprendizaje basado en el error, una metodología de enseñanza concebida para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. El objetivo al utilizar esta metodología es que no sólo el docente sino también los estudiantes participen en el proceso de aprendizaje. En particular, para lograrlo, en este trabajo hemos utilizado la metodología de la siguiente manera. El profesor introdujo deliberadamente errores en las clases teóricas y ejercicios prácticos con el fin de animar a los alumnos a detectar y corregir dichos errores. Al hacer esto, inicialmente esperábamos aumentar la interactividad y la participación en las clases. Se empleó una asignatura del grado en Ingeniería Informática como caso de uso para evaluar el enfoque propuesto.

Los resultados muestran que, de acuerdo con las respuestas proporcionadas por los estudiantes, es necesario realizar ajustes a la metodología para lograr los resultados deseados. En este sentido, los comentarios de los estudiantes señalan que sería mejor que los resultados correctos se hicieran disponibles durante de la clase, y no después de la misma. Como trabajo futuro, queremos repetir los experimentos llevados a cabo en este artículo pero modificando la metodología para mostrar los resultados correctos y resaltar explícitamente los errores durante la clase. Con estas modificaciones, esperamos obtener una mejor aceptación por parte de los estudiantes y mejorar así la experiencia de aprendizaje.

REFERENCIAS

- Gustafson J. L. (2011). Amdahl's Law. *Encyclopedia of Parallel Computing*. Padua D. eds. Boston, MA: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09766-4_77
- Hong Kong Codis Electronic Co.ltd. (2021). iCODIS Document Camera X3. www.projecti-codis.com/products/megascan-pro-x3-ocr-a3-pdf-document-camera-scanner
- Instructure Inc. (2021). Canvas Learning Management Platform. <https://www.instructure.com>
- Queen's University Belfast. (2021a). BSc | Undergraduate | Computer Science. www.qub.ac.uk/courses/undergraduate/computer-science-professional-experience-bsc-g400
- Queen's University Belfast. (2021b). CSC 3058 - Advanced Computer Architecture. <https://qsiscat.qub.ac.uk/>
- 2U Inc. (2021a). Teaching Methods. *Teach.com*. <https://teach.com/what/teachers-know/teaching-methods/>

- 2U Inc. (2021b). Teacher-Centered Methods of Instruction - Direct Instruction. *Teach.com*.
<https://teach.com/what/teachers-know/teaching-methods/#teachercentered>
- 2U Inc. (2021c). Student-Centered Methods of Instruction - Inquiry-based Learning. *Teach.com*.
<https://teach.com/what/teachers-know/teaching-methods/#studentcentered>
- 2U Inc. (2021d). Student-Centered Methods of Instruction - Game-based Learning. *Teach.com*.
<https://teach.com/what/teachers-know/teaching-methods/#studentcentered>

Un paseo romántico por la playa: jugando con los mapas de Karnaugh

Margarita Ruiz García y Carmen García Berdonés

mcr Ruiz@uma.es; berdonés@uma.es

Departamento Tecnología Electrónica; ETSIT, Universidad de Málaga-Campus de Excelencia
Internacional Andalucía Tech; España.

ABSTRACT

Our teaching activity proposal consists of a typical digital electronics design, incompletely presented in order to link it to gamification techniques. It will be developed through a game between all of the students group. In this way, the student's involvement with the activity and their desire to learn is sought.

Keywords: collaborative learning, gamification, student involvement, creativity.

RESUMEN

Nuestra propuesta de actividad docente consiste en un diseño típico de electrónica digital que se presenta de forma incompleta con objeto de ligarlo a las técnicas de gamificación porque se va a desarrollar mediante un juego entre todos. De esta forma se busca la implicación del alumnado con la actividad y su deseo de aprender.

Palabras clave: aprendizaje colaborativo, gamificación, implicación del alumnado, creatividad.

1. INTRODUCCIÓN

En los primeros cursos de ingeniería, la aproximación metodológica escogida para la enseñanza de la electrónica digital incide en la facilidad (o dificultad) para aprender conceptos básicos que se requerirán para comprender materias posteriores (Herman et al., 2011). Pero también, y precisamente por ser de primeros cursos, el uso de una metodología docente incorrecta, se identifica como una de las posibles causas de la alta tasa de abandono de los grados de ingeniería (López-Cózar Navarro et al., 2020). El grado de Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación de la ETSI Telecomunicación de la Universidad de Málaga, escenario de la innovación docente que aquí se presenta, es un ejemplo más de un grado con estos altos índices de abandono.

La metodología docente tradicional, clases magistrales seguidas por la realización de ejercicios puramente académicos, sin conexión con un diseño real, no es suficiente para crear condiciones óptimas para el aprendizaje, como son la motivación por aprender o la participación

activa del alumnado en dicho aprendizaje (Fernández March, 2006). Así, en la literatura se pueden encontrar diversas propuestas de metodología activa de aprendizaje para la electrónica básica, como el uso de la clase invertida (Yelamarthi & Drake, 2015), del aprendizaje basado en proyectos (Jordana & Robert, 2015) new syllabuses are being implemented accordingly to the European Higher Education Area (EHEA, o de la gamificación (Dochtsis et al., 2021) video games are part of their daily lives, entertaining and inspiring them. The application of gamification in the education sector in the form of Game-Based Learning (GBL. Algunas de estas metodologías, a su vez, se apoyan en el denominado aprendizaje colaborativo, término que, en general, se refiere al hecho de quitar al docente su tradicional protagonismo en clase para dárselo a la cooperación entre iguales del alumnado, de nuevo con el afán de hacer al estudiante protagonista de su propio aprendizaje (Laal & Laal, 2012).

La propuesta de actividad docente que aquí se presenta está ligada a las técnicas de gamificación, ya que, como se detallará más adelante, se propone al alumnado la realización de un diseño típico de electrónica digital, pero sin la indicación expresa de que es un ejercicio, sino que se trata de un juego a realizar en clase entre todos. Con este juego se introduce el proceso de realización de los mapas de Karnaugh, técnica básica para optimizar un diseño digital (Floyd, 2000).

Esto, no responde estrictamente a la definición clásica de gamificación, como el uso de elementos y de diseño propios de los juegos en contextos que no son lúdicos (Werbach & Hunter, 2012), pero sí usa una estrategia lúdica para propiciar la implicación del estudiante con la actividad, y, al proponer la participación conjunta de toda la clase, también se pretende hacer una primera aproximación al alumnado a las técnicas de aprendizaje colaborativo.

Esta introducción, en la que se ha presentado nuestra propuesta de innovación y el problema al que responde, continúa con la descripción de los elementos tenidos en cuenta para su diseño, con la descripción de la dinámica realizada y de los resultados obtenidos. En el apartado final se expondrán algunas conclusiones y posibles líneas de trabajo que se han abierto tras esta experiencia.

2. DISEÑO DE LA ACTIVIDAD

2.1. Contexto de la innovación y problemática concreta a resolver

Esta actividad se ha realizado dentro de la asignatura Tecnología Electrónica de primer curso del grado Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación, que cuenta con un total de 6 créditos. Se trata de un grado con atribuciones profesionales y, por tanto, con sus competencias reguladas por la orden CIN/352/2009. La actividad pretende incidir en dos de las competencias cuyo desarrollo parcial tiene asignado la asignatura, una de formación básica y otra de formación general.

Respecto a la competencia de formación general, la orden la recoge como “capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas”.

Respecto a la competencia de formación básica, uno de los objetivos de aprendizaje que comprende es que el alumnado conozca, sepa manejar y sepa aplicar los conceptos básicos de lógica digital: álgebra de Boole, tablas de verdad y simplificación de funciones mediante mapas de Karnaugh. Dentro del álgebra de Boole, el análisis de los *minitérminos* y *maxitérminos*, así como la simplificación con mapas de *Karnaugh*, en cursos anteriores se ha realizado paulatinamente, con ejercicios en los que se iba aumentando la complejidad. Se ha venido observando que este proceso resultaba un tanto pesado para el alumnado: demasiadas tablas llenas de unos y

ceros, siempre la misma dinámica y, normalmente, sin que el alumnado tuviera una motivación intrínseca para conseguir la solución de los ejercicios. Este año, particularmente motivados por la no presencialidad, se decidió no repetir el proceso de cursos anteriores.

Para finalizar, y como se acaba de mencionar, se debe indicar que este curso académico debido a la incidencia del COVID, las clases se han realizado de forma online y se ha contado con una media de asistencia de 25 alumnos. En este contexto la interacción con el alumnado, necesaria para conocer el estado del proceso de aprendizaje, resulta ser más complicada, ya que, en nuestra experiencia, la participación se reduce en las clases virtuales. Así, las clases magistrales en línea pueden ser todavía más unipersonales que en la modalidad presencial, sin las necesarias interrupciones que se producen en una clase presencial y que ayudan a que los estudiantes modulen el ritmo de la clase a su medida. El aprendizaje colaborativo parece ser una solución idónea para transformar esta situación y, por tanto, se convierte en una razón adicional para incluirlo en el diseño de nuestra actividad.

2.2. Objetivos de la actividad

En el contexto recién descrito y con el afán de solventar, al menos en parte, los problemas recién planteados, la actividad se diseñó con los siguientes objetivos:

Docentes (desde el punto de vista de la adquisición de las competencias)

1. Convertir un enunciado del mundo real con una serie de requerimientos a una abstracción lógica optimizada para ser implementada como un circuito real.
2. Optimizar el diseño empleando las técnicas adecuadas para ello.
3. Proyectar las habilidades anteriores en el desarrollo de diseños más complejos en asignaturas futuras.
4. Desarrollar la capacidad de resolver problemas con iniciativa, tomando decisiones y con creatividad
5. Desarrollar la capacidad de comunicar y transmitir ideas, habilidades y destrezas.

De mejora de la metodología tradicional

1. Conseguir que el alumno se interese por la técnica de los mapas de *Karnaugh* planteando su uso para la resolución de un problema no electrónico, pero sí típico de la actividad normal de personas con la edad típica del alumnado de primer curso.
2. Acercar los enunciados tradicionales de diseño al entorno de vida del estudiante, estimulando su creatividad y su deseo de aprender.
3. Estimular la participación del alumnado.
4. Introducir al alumnado en las técnicas del aprendizaje colaborativo: mostrar al alumnado cómo es posible usar la colaboración ente iguales para la resolución de problemas de forma que, en cursos posteriores, tengan una actitud positiva hacia este tipo de técnicas.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y RESULTADOS

Para satisfacer los objetivos planteados, se pensó en crear un entorno adecuado para el trabajo colaborativo, en el que se sintieran animados a participar y con una temática que les resultara estimulante. Y de ahí nace nuestro PRP (Paseo Romántico por la Playa), al que se

dedicó una sesión de clase (2 horas) y cuya puesta en marcha en aula, virtual o presencial, requiere del siguiente proceso:

Fase 1. Planteamiento

En esta fase se plantea un diseño que desarrolle su creatividad e imaginación. A tal efecto se emplean imágenes, similares a las que se muestra en la figura 1, y música adecuada y se presenta un enunciado en el que se juega con la ironía de la realidad que vivimos y que no se completa, como éste:

Enunciado del diseño

- *En un universo paralelo, los seres no separan sus ojos de las pantallas con imágenes, interaccionan tan sólo a través de las redes en las que todos mienten y aunque se envían bonitos mensajes por la red ni siquiera se saludan cuando están cerca.*
 - *En esta situación un grupo de ingenieros se reúne para encontrar una solución a un grave problema, el PRP. Debe diseñar una portentosa máquina que decida si es viable un Paseo Romántico por la Playa. Para esto deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:*
- ...



Figura 1. Imagen tipo usada en el planteamiento de PRP

Fase 2. Lluvia de ideas

En este momento se busca la participación y colaboración de todos para terminar algo que no está completo. Se realiza una lluvia de ideas para decidir cuáles son las consideraciones a tener en cuenta. Al tratarse de un escenario un tanto especial, se provoca el juego entre los estudiantes a la hora de plantear las que serán nuestras variables de entrada en el diseño. Por ejemplo, se hicieron propuestas como “Que invite a una cerveza”, “Que exista química en la pareja”, “Que te haga reír” o “Que el tiempo sea bueno”.

Fase 3. Toma de decisiones

El siguiente paso consiste en que ellos mismos determinen de todas las propuestas planteadas, las que se usarán como definitivas en el proceso. En esta fase los alumnos son los que asumen el papel principal en la clase.

Fase 4. Conceptos

Con esta preparación se comienzan a introducir los conceptos de *minitérminos* y *maxitérminos* elaborando las tablas de verdad de nuestro escenario. A continuación, se explican los mapas de *Karnaugh* justificando con ellos la mejor implementación, ya que buscamos un diseño optimizado.

Fase 5. Opinión

Finalmente se acaba el ejercicio preguntando sobre la asimilación de los conceptos y su opinión sobre el proceso y, como broche de oro, música al atardecer.

Los resultados del proceso se muestran en la tabla 1, junto con un resumen de la dinámica seguida en cada fase. Han sido obtenidos a partir de los comentarios del alumnado, durante la experiencia y al finalizar la misma, y de la observación de todo el proceso por parte de la profesora de la asignatura.

Tabla 1. Tabla de resultados de la actividad

Fases	Dinámica	Resultado	Comentario
Fase 1. Planteamiento	En esta fase los alumnos fueron los encargados de leer el enunciado.	Tras ver las imágenes de atardeceres en la playa, esta lectura les resultó estimulante y divertida.	Se consiguió el objetivo de atraer su atención e interés.
Fase 2. Lluvia de ideas	En este momento se sugiere alguna cosa para estimular la participación.	El alumnado comienza a proponer ideas y la profesora las va anotando en el documento de trabajo, que todo el alumnado está visualizando.	La participación fue alta, los alumnos comentaban posibles variables entre ellos, de forma divertida.
Fase 3. Toma de decisiones	En esta fase alguno de los alumnos toma el papel principal para decidir la propuesta final. Ellos llevan el control.	Se consigue filtrar todo aquello que no era muy sensato y se llegan a determinar cuatro variables realmente interesantes.	Las variables que determinaron nos sorprendieron por su ajuste a la situación y su idoneidad para realizar este diseño.
Fase 4. Conceptos	En esta fase la profesora va introduciendo los conceptos.	El alumnado va realizando las tablas de forma autónoma y se corrige tras dejarles tiempo para acabar.	El proceso de asimilación fue bueno y parecía que seguían el proceso de diseño de forma cómoda.
Fase 5. Opinión	En esta fase la profesora les pregunta su opinión sobre la asimilación de conceptos y el proceso en sí.	El alumnado afirma que les ha gustado la dinámica. Las personas que opinan son 9 de 25 estudiantes.	A aquellos que no participan de viva voz se les anima por el chat a comentar el proceso. Se reciben algunos mensajes más de aprobación.

4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

El método tedioso usado hasta ahora, resolución de ejercicios paulatinos en complejidad, se ha sustituido por un diseño global, en el que se han introducido todos los conceptos, pero apoyándose en la colaboración de todos y en un escenario lúdico de posible interés para el alumnado. En nuestra opinión, los resultados se han adecuado en gran medida a los objetivos planteados, aunque presentan una fuerte relación con la tipología del grupo de estudiantes, tal y como se detalla a continuación.

Entendemos que este método colaborativo ha mejorado la asimilación de conceptos básicos en el diseño digital, a la vez que ha conseguido que los alumnos sientan que han creado algo único y propio, han puesto su sello. Por tanto, además de trabajar sobre la competencia de formación básica, como en cursos previos, el proceso seguido ha abordado también la competencia general. Así, se ha estimulado la creatividad y se ha trabajado la habilidad de tomar decisiones, resolver problemas y comunicar en un entorno colaborativo, esto es, comprendiendo la responsabilidad como grupo y usando dicho grupo como herramienta para obtener mejores soluciones, introduciendo así al alumnado en la utilidad del aprendizaje colaborativo. Finalmente cabe

destacar que todo se ha realizado en un ambiente relajado y podemos decir divertido, lo que ha contribuido a que el alumnado se sienta atraído por la asignatura en cuestión, y, por tanto, confiamos en haber aportado nuestro grano de arena en su apego hacia el grado en general, condición indispensable para que no se planteen el abandono.

Aunque los resultados han sido buenos, es importante señalar que, en nuestra opinión, son dependientes del grupo de estudiantes con el que se realiza la dinámica. Concretamente este grupo fue bastante participativo porque había 3 o 4 estudiantes que interactuaban mucho y animaban al resto a participar. Pensamos que las intervenciones de este pequeño grupo ayudaban al resto a soportar mucho mejor el pánico a equivocarse que está detrás, en muchas ocasiones, de la falta de intervención del alumnado en el aula. Que hayan sido los estudiantes los que se hayan animado entre sí, entendemos que ha sido un factor clave en el éxito de esta actividad.

Dada la dependencia de esta actividad con las personas que forman el grupo en cuestión, se pretende seguir con esta actividad en años futuros para comparar el buen resultado de este año con lo que ocurra en cursos posteriores. Así se podrán extraer otras métricas adicionales a las aquí usadas para establecer la efectividad de este procedimiento y, en su caso, mejorarlo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado en parte por el Proyecto de Innovación Educativa PIE 19-100 de la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS

- Dochtsis, R., Kotsifakos, °D., & Douligeris, C. (2021). *An Escape Room Game for Learning Digital Electronics in Vocational Education and Training (VET) BT - Internet of Things, Infrastructures and Mobile Applications* (M. E. Auer & T. Tsiatsos (eds.); pp. 664–674). Springer International Publishing.
- Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24(0), 35–56.
- Herman, G. L., Loui, M. C., & Zilles, C. (2011). Students' misconceptions about medium-scale integrated circuits. *IEEE Transactions on Education*, 54(4), 637–645. <https://doi.org/10.1109/TE.2011.2104361>
- Jordana, J., & Robert, F. J. (2015). A course on digital electronics based on solving design-oriented exercises by means of a PBL strategy. *International Journal of Engineering Education*, 31(1), 238–247.
- Laal, M., & Laal, M. (2012). Collaborative learning: what is it? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 491–495.
- López-Cózar Navarro, C., Benito Hernández, S., & Priede Bergamini, T. (2020). Un análisis exploratorio de los factores que inciden en el abandono universitario. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 18(2).
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton digital press.
- Floyd, T. L., (2000). “Fundamentos de Sistemas Digitales”, Editorial Prentice-Hall, 7ª Edición.
- Yelamarthi, K., & Drake, E. (2015). A Flipped First-Year Digital Circuits Course for Engineering and Technology Students. *IEEE Transactions on Education*, 58(3), 179–186. <https://doi.org/10.1109/TE.2014.2356174>

Análisis y mejora de las actividades ABP en la Facultad de Ciencias y Tecnología

Àngels Leiva-Presa, Anna Badosa, Lluís Benejam, Jose Díaz,
Sergi Grau, Ramón Jerez, Enric López

angels.leiva@uvic.cat; anna.badosa@uvic.cat; lluis.benejam@uvic.cat; jose.diaz@uvic.cat;
sergi.grau@uvic.cat; ramon.jerez@uvic.cat; enric@uvic.cat

Facultat de Ciències i Tecnologia, Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya,
C/ de la Laura, 08500, Vic, España

ABSTRACT

Project/Problem Based Learning (PBL) activities involve a change of teaching strategies that implies certain integration difficulties by the teaching staff and deserve attention, analysis and optimization. This paper presents an overview of the most representative PBL activities carried out at the Faculty of Sciences and Technology of the University of Vic – Central University of Catalonia, considering features such as planification, covered topics, skills to achieve, development of the activity, results generated by the students and their evaluation. Our analysis reveals that using agile methodologies and training the students in team and project management during the development of the PBLs, simplifies the process of monitoring the activity by the lecturers, while helping to better identify the individual contribution of the students to the team's work. We identified that the coordination of the teaching staff during the activities, and therefore, the homogeneity of the development process, tutoring and the evaluation of the activities, are key components for the proper functioning of this learning method.

Keywords: Project Based Learning, Problem Based Learning, PBL, Teamwork.

RESUMEN

El aprendizaje basado en problemas/proyectos (ABP) conlleva un cambio en las estrategias docentes que implican ciertas dificultades de integración por parte del equipo docente y que merecen atención, análisis y optimización. Este trabajo ha analizado las actividades ABP más representativas que se desarrollan en la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya desde el punto de vista de los aspectos preparativos de la actividad, de los contenidos tratados, de las competencias trabajadas, del desarrollo de la actividad, de las producciones de los estudiantes, y de la evaluación de la actividad. El análisis ha revelado que el desarrollo de la actividad usando metodologías ágiles y la formación del alumnado en gestión de equipos y de proyectos facilitarían el proceso de seguimiento de la

actividad por parte del profesorado, a la vez que ayudarían a identificar mejor las contribuciones individuales de los estudiantes en el trabajo en grupo. Se ha identificado que la coordinación del equipo docente de las actividades y, por tanto, la homogeneidad del proceso de desarrollo, tutorización y evaluación de la actividad son claves para el buen funcionamiento del método.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Basado en Problemas, ABP, Trabajo en grupo.

1. INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje Basado en Proyectos/Problemas (ABP) es una estrategia de enseñanza centrada en el estudiante, que potencia la aplicación del conocimiento y habilidades propias, para desarrollar un proyecto propuesto o una solución viable a un problema determinado. De todas las ventajas que supone esta metodología, una de las que más destacan es la potenciación y mejora de las distintas competencias transversales y específicas de los estudiantes (Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial & Palincsar, 1991; Boud & Feletti, 1998; Savery, 2015).

Con el objetivo de mejorar la adquisición de estas competencias por parte del alumnado, la Facultad de Ciencias y Tecnología (FCT) de la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC) lleva años aplicando ABP, de forma progresiva y creciente, en diversas asignaturas de los grados que imparte.

Un estudio llevado a cabo en la FCT de la UVic-UCC durante los cursos académicos 2015-16 y 2016-17 comparó, mediante la realización de entrevistas y cuestionarios a alumnado y a profesorado, las percepciones de los distintos aspectos docentes de asignaturas que se habían cursado (el alumnado) o impartido (el profesorado) aplicando metodología ABP, con respecto a las mismas asignaturas cursadas o impartidas en formato de clases magistrales con resolución de ejercicios (Leiva-Presa, Grau Torre-Marín, Amat, Khan, Benejam & Casas, 2018). Adicionalmente, se analizaron las producciones y las dinámicas de desarrollo de un mismo ejercicio resuelto por alumnos que habían cursado una misma asignatura con metodología ABP o en formato más tradicional. El estudio evidenció que la metodología ABP potencia la motivación, el rendimiento, la autonomía y la autocrítica del alumnado; garantiza un mejor trabajo y logro de competencias transversales y de habilidades y valores necesarios para el futuro desarrollo profesional; además, realzó la importancia y el valor de la implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje y la naturalidad con la que esta metodología puede integrar los conceptos teóricos de las distintas materias mediante su uso en un caso práctico.

No obstante, este trabajo también reveló que el cambio en las estrategias docentes implica dificultades de integración por parte del equipo docente que merecen atención, análisis y optimización. De las dificultades señaladas en el estudio cabe destacar algunas por sus implicaciones educativas. En concreto, merecen especial atención los procesos de tutorización del trabajo de los estudiantes por parte del profesorado y de evaluación competencial del alumnado.

Así pues, partiendo de esta base, y con el objetivo de dar respuesta a las necesidades señaladas, los autores del trabajo que aquí se presenta han puesto en marcha un proyecto para la mejora integral del seguimiento y evaluación de las actividades desarrolladas con metodología ABP en la FCT. El equipo de trabajo de este proyecto está formado por profesorado de todos los grados impartidos en la FCT: Ingeniería de la Automoción (GAuto), Ingeniería Mecatrónica (GMeca), Multimedia. Aplicaciones y Videojuegos (GMAV), Biología (GBio), y Biotecnología (GBiotec), para poder considerar todas las particularidades de los diferentes grados en el estudio.

2. OBJETIVOS

El proyecto en el cual se enmarca el trabajo que se presenta tiene como objetivo general la mejora integral de las actividades docentes realizadas utilizando metodología ABP en los grados impartidos en la FCT.

El abordaje de este gran objetivo requiere diversos objetivos específicos, el primero de los cuales es la selección de las actividades ABP más representativas de cada grado. A continuación, se han analizado dichas actividades con el objetivo de detectar aquellos aspectos comunes susceptibles de mejora o aquellas necesidades específicas a las que dar respuesta.

3. METODOLOGÍA

Las actividades impartidas mediante ABP incluidas en el estudio se han seleccionado en función de su representatividad en cada grado, de modo que, aunque el número de actividades de ABP en cada grado es mayor, solo se han incluido entre una y tres por grado, siendo éstas, actividades que constituyen: a) el total de una asignatura (es el caso de las asignaturas de *Proyectos Integrados*, de primer, segundo y tercer cursos de los grados de GMeca y GMAV, y de *Prácticas Integradas*, de tercer curso del grado GBio), o bien b) que incluyen todas las asignaturas de un semestre (actividades ABP de final de cada uno de los semestres en todos los cursos del grado GAuto).

Todas las actividades seleccionadas se han analizado según los aspectos siguientes:

- Aspectos preparativos de la actividad
- Contenidos tratados y competencias trabajadas durante la actividad
- Desarrollo de la actividad
- Producciones de la actividad
- Evaluación de la actividad
- Otros aspectos relevantes

La Tabla 1 indica los parámetros analizados en cada uno de los aspectos considerados.

Tabla 1. Aspectos y parámetros analizados en las actividades ABP seleccionadas para el estudio.

Aspectos	Parámetros
Preparación	Configuración y dimensión de grupos de alumnos
	Formación para la gestión de equipos
	Impartición de contenidos teóricos
	Definición de la temática u objetivos
Contenidos y Competencias	Contenidos Específicos
	Competencias Transversales
Desarrollo	Tutorización
	Metodología de seguimiento
	Gestión de conflictos

Producciones	Entregas
	Temporización de entrega
Evaluación	Metodología
	Instrumentos
	Diferenciación del trabajo grupal e individual
Otros aspectos	Encaje en el plan de estudios
	Horas de contacto profesor-alumno

Además de los datos indicados en la tabla, también se han tenido en consideración todos los comentarios y sugerencias recogidos durante las reuniones con el profesorado de las actividades ABP de la FCT.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos del análisis de las actividades ABP seleccionadas de los distintos grados que se imparten en la FCT se presentan en la Tabla 2.

De estos datos se obtiene que, en lo referente a los aspectos preparativos de las actividades, suele haber libre elección de los grupos de trabajo por parte del alumnado, o bien se asignan los grupos según los perfiles personales de los alumnos (establecidos mediante cuestionarios en los que se visibilizan sus fortalezas y debilidades personales). Los grupos están formados por entre cuatro y siete alumnos en función de la actividad. Se observa que la formación sobre gestión de equipos, previa al desarrollo de la actividad, difiere entre las actividades de los distintos grados. Además, en todos los casos se imparten contenidos teóricos relevantes para el desarrollo de la actividad antes de su inicio, aunque en mayor o menor medida dependiendo de la actividad. En cuanto a la temática, se define por el alumnado, por el profesorado o de manera mixta.

Las actividades analizadas aplican contenidos específicos que han sido impartidos en asignaturas previas o bien se adquieren mediante el desarrollo de la propia actividad. Las competencias transversales que se trabajan en todas las actividades son el trabajo en equipo, la expresión oral y escrita, la búsqueda autónoma de información, la iniciativa, y, en los casos en que alguna parte de la actividad lo requiera, el uso de una tercera lengua, es decir, distinta de las dos maternas (catalán y español).

El desarrollo de la actividad implica, en la gran mayoría de los casos, una tutorización semanal por parte de un profesor por cada grupo de estudiantes, siendo este profesor, parte de un equipo docente formado por profesores de distintas áreas temáticas para cada actividad ABP. En alguno de los casos analizados no se utiliza ninguna metodología concreta para realizar el seguimiento de la actividad ABP, mientras que las que han impartido formación en gestión de equipos utilizan el propio seguimiento de las metodologías ágiles aplicadas en el curso. En los casos en que aparecen conflictos, su resolución suele autogestionarse en el sí del grupo y solo en casos graves o de falta de consenso tiene lugar la intervención del profesorado.

En todas las actividades analizadas se desarrolla un producto que se presenta al final de estas, o, en el caso del ABP GBio, se proponen actuaciones viables para la resolución del problema planteado. Todas implican la entrega de memorias escritas, la realización de presentaciones orales, y algunas también la realización de un póster y un video. Así mismo, en casi todas las actividades se requieren entregas parciales, es decir, a mitad de la actividad, y al terminar.

La evaluación de las actividades se realiza en todos los casos de forma exhaustiva mediante evaluación por parte del profesorado, entre iguales y también a través de autoevaluación. Con respecto a los instrumentos utilizados para esta evaluación, se usan rúbricas para las entregas de las actividades, con distintos niveles de descripción según la actividad, y escalas de valoración para la actitud y participación de los alumnos. La evaluación entre iguales y la autoevaluación tienen lugar al final de la actividad en la gran mayoría de los casos, y se usan distintos instrumentos según la actividad: rúbricas, parrillas observacionales o escalas de priorización. Entre iguales se evalúan tanto las presentaciones orales como el trabajo en equipo. En el caso de la autoevaluación se analizan la actitud y la participación propia. La contribución individual de cada alumno dentro de un grupo de trabajo se califica mediante la aplicación de un coeficiente individual a la calificación grupal o bien le corresponde un porcentaje determinado de la calificación de la actividad.

Finalmente, cabe destacar que cada una de las actividades analizadas representa una asignatura completa, con sesenta horas de contacto profesor-alumno, exceptuando el ABP GAUTO que representa una décima parte de todas las asignaturas de un mismo semestre, con 50 horas de contacto profesor-alumno.

Tabla 2. Descripción de las actividades ABP seleccionadas para el estudio en los grados de GAUTO, GBIO, GMAV y GMCA.

Aspecto	Parámetro	ABP GAUTO	ABP GBIO	ABP GMAV	ABP GMCA
Aspectos preparativos de la actividad	Configuración y dimensión de los grupos de alumnos	Grupos de 5-6 alumnos Libre elección de grupo	Grupos de 5-7 alumnos Libre elección de grupo	Grupos de 4-5 alumnos Libre elección de grupo o asignación según perfiles personales	Grupos de 4-5 alumnos Asignación según perfiles personales
	Formación previa para la gestión de equipos	Formación básica	Ninguna	Formación avanzada Metodologías ágiles (Scrum) y clásicas (Gantt)	Formación avanzada Metodologías ágiles (Scrum) y clásicas (Gantt y Pert)
	Impartición de contenidos teóricos antes de la actividad	Si	Si	Si	Si
	Definición de la temática	Definida por el profesorado El alumnado puede proponer alternativas	Definida por el alumnado	Definida por el profesorado	Definida por el profesorado El alumnado puede proponer variaciones
Contenidos y competencias tratados en la actividad	Contenidos Específicos	Nuevos o impartidos en las diferentes asignaturas del semestre	Nuevos junto con los adquiridos en otras asignaturas	Adquiridos en otras asignaturas	Adquiridos en otras asignaturas
	Competencias Transversales	Trabajo en equipo, Expresión oral y escrita, Uso de tercera lengua, Búsqueda autónoma de información, Iniciativa	Trabajo en equipo, Expresión oral y escrita, Búsqueda autónoma de información, Iniciativa	Trabajo en equipo, Expresión oral y escrita, Búsqueda autónoma de información, Iniciativa	Trabajo en equipo, Expresión oral y escrita, Uso de tercera lengua. Búsqueda autónoma de información, Iniciativa
Desarrollo de la actividad	Tutorización	Semanal Diversos profesores	Semanal Diversos profesores	Semanal o quincenal Diversos profesores	Semanal Diversos profesores
	Metodología de seguimiento	Ninguna	Ninguna	Específicas de la metodología Scrum	Específicas de la metodología Scrum
	Resolución de conflictos	Autogestionado por el grupo Intervención del profesorado solo en casos graves	Autogestionado por el grupo Intervención del profesorado solo en casos graves	Autogestionado por el grupo Intervención del profesorado solo en casos graves	Autogestionado por el grupo Intervención del profesorado solo en casos graves
Producciones de la actividad	Entregas	Producto, documentación escrita, presentación oral y video	Propuestas de actuación, documentación escrita y presentación oral	Producto, documentación escrita, presentación oral, video y póster	Producto, documentación escrita, presentación oral, video y póster
	Temporización de entrega	Parcial y/o final	Parcial y final	Parcial y/o final	Parcial y final
Evaluación	Evaluación por parte del profesorado	Presentación oral, memoria escrita y examen escrito con escalas de valoración	Presentación oral y memoria escrita con rúbricas Actitud y participación con valoración cualitativa durante las tutorías	Presentación oral, memoria escrita y calidad del producto con rúbricas Actitud y participación con valoración cualitativa durante las tutorías	Presentación oral, memoria escrita y calidad del producto con rúbricas Actitud y participación con valoración cualitativa durante las tutorías
	Evaluación entre iguales	Parcial y final mediante parrillas observacionales	Final mediante parrillas observacionales	Final, de la aportación al grupo mediante rúbrica o mediante escala de priorización	Final, de la aportación al grupo mediante escala de priorización
	Autoevaluación	Final, de contribución al trabajo en grupo y mediante rúbricas	Final, de contribución al trabajo en grupo y mediante parrillas observacionales	Final, de contribución al trabajo en grupo y mediante rúbricas	Final, de contribución al trabajo en grupo y mediante escala de priorización
	Diferenciación del trabajo grupal vs. individual	Evaluación grupal Diferenciación individual a partir de la aplicación de coeficientes de la valoración del profesor y del resto de personas del grupo	Evaluación grupal Diferenciación individual con porcentajes en la valoración de las personas del grupo, del tutor, y del resto del profesorado	Evaluación grupal Diferenciación individual con un porcentaje de la nota	Evaluación grupal Diferenciación individual con un porcentaje de la nota
Otros aspectos	Encaje en el plan de estudios	Todas las asignaturas de un semestre	Una asignatura	Una asignatura	Una asignatura
	Horas de contacto profesor-alumno	50h	60h	60h	60h

5. CONCLUSIONES

El análisis de las actividades desarrolladas mediante metodología ABP en la FCT indica que dichas actividades cumplen con los requisitos propios de este método de aprendizaje. Sin embargo, este análisis y las discusiones del profesorado llevadas a cabo durante el mismo permiten detectar también las opciones de mejora siguientes:

- El desarrollo de la actividad usando metodologías ágiles, como por ejemplo la metodología Scrum que ya ha sido aplicada en combinación con actividades ABP en algunos ámbitos (Berná Martínez, 2021), y la formación del alumnado en gestión de equipos y de proyectos agilizarían y facilitarían el proceso de seguimiento de la actividad, a la vez que ayudarían a identificar mejor las contribuciones individuales de los alumnos en el trabajo en grupo.
- El desarrollo de una guía del tutor, específica para cada actividad, favorecería la homogeneización el proceso de tutorización y evaluación de los distintos grupos de la misma actividad. Aunque el papel de la tutoría en el ABP ha sido ampliamente discutido (Escribano & del Valle, 2015; Ribas, 2004), hay estudios que corroboran e indican la necesidad de una guía adaptada a la actividad de ABP concreta, recalcando la importancia de realizar formación del profesorado en el rol del tutor de ABP con el objetivo de unificar los criterios de seguimiento y evaluación (Carrió, Agell, Rodríguez, Larramona, Pérez & Baños, 2018). Además, en la FCT, en el caso de actividades ABP de asignaturas muy específicas, muchos de los docentes implicados son profesores asociados, y, por tanto, con poca carga docente en el centro, hecho que dificulta la coordinación del equipo docente de las actividades y, por tanto, la homogeneidad del proceso de desarrollo, seguimiento y tutorización de la actividad. La guía del tutor de la actividad ABP podría resolver esta dificultad indicando procedimientos específicos e incluyendo fases o periodos de coordinación docente.

Adicionalmente también se cree de gran interés poner a disposición de todo el profesorado de la FCT los múltiples instrumentos de evaluación recogidos de las actividades ABP analizadas. Así pues, se han reelaborado y puesto a disposición del profesorado los distintos instrumentos (rúbricas, escalas y parrillas) de forma que recogen todas las particularidades de todas las actividades, siendo pues instrumentos completos y adaptables a cualquier actividad ABP de la FCT.

REFERENCIAS

- Berná Martínez, J.V. (2021). *Evaluación en metodologías de Aprendizaje Basado en Proyectos mediante SCRUM y proceso unificado de desarrollo*. En S. Sevilla-Vallejo (Ed.), *Teaching and learning in the 21st Century: Towards a Convergence between Technology and Pedagogy*. Madrid, Spain: Adaya Press, 91-102.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). *Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning*. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Boud, D., & Feletti, G. (Eds.). (1998). *The challenge of problem-based learning*. Psychology Press.
- Carrió, M., Agell, L., Rodríguez, G., Larramona, P., Pérez, J., & Baños, J. E. (2018). *Percepciones de estudiantes y docentes sobre la implementación del aprendizaje basado en problemas como método docente*. FEM: Revista de la Fundación Educación Médica, 21(3), 143-152.
- Escribano, A., & del Valle, A. (2015). *El aprendizaje basado en problemas (ABP): Una propuesta metodológica en educación superior*. Narcea S.A. de Ediciones.

- Leiva-Presa, A., Grau Torre-Marín, V., Amat, A., Khan, S., Benejam, L., & Casas, C. (2018). *Avaluació de la millora de competències d'aprenentatge d'alumnat que ha cursat assignatures que han emprat metodologia d'aprenentatge basat en problemes o projectes (ABP)*. En: *La Qualitat i la Innovació docent a la UVIC (II) 2013-2017* (Coord. Pedragosa i Xuclà, O., & Portell Llorca, A.), 121-130.
- Ribas, A. F. (2004). *Líneas maestras del aprendizaje por problemas*. Revista interuniversitaria de formación del profesorado, 18(1), 79-95.
- Savery, J. R. (2015). *Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions*. Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows, 9, 5-15.

Técnica Complementaria para el aprendizaje en Prevención de Riesgos Laborales: Resolución de Crucigramas

Germán Navarro Espert^a, Victoria Eugenia Esteve Pozo^b y
Vicente Esteve Cano^a

masteruji@gmail.com; esteve_vicpoz@gva.es; estevev@uji.es

^aDpto. de Química Inorgánica y Orgánica. Universitat Jaume I, Ap. 224, 12071
Castelló de la Plana, España

^b CEIP Novenes de Calatrava , C/. Dublín, 4, 12530 Borriana, España

ABSTRACT

Our proposal is to carry out crossword puzzles as a didactic aid so that students have an enjoyable way of learning concepts and training their mental abilities. It can also be used as a tool to review the knowledge acquired and as a tool to promote participation in the issues both individually and collectively.

Crosswords are easy to implement with the appropriate tools and are applicable to many areas of knowledge, but we intend to show their use as didactic material in learning knowledge in Occupational Risk Prevention.

Our experience in the classroom with this tool indicates that they are useful and appreciated by the students.

Keywords: Crossword, risk prevention, innovation, TICs.

RESUMEN

Nuestra propuesta es la realización de crucigramas como ayuda didáctica para que el estudiantado disponga de una forma amena de aprender conceptos y de entrenar sus capacidades mentales. También se puede utilizar como herramienta de repaso de los conocimientos adquiridos y como fomento de la participación en los temas tanto a nivel individual como colectivo.

Los crucigramas son sencillos de implementar con las herramientas adecuadas y son aplicables a muchos ámbitos de conocimiento, pero pretendemos mostrar su utilización como material didáctico en el aprendizaje de conocimientos en Prevención de Riesgos Laborales.

Nuestra experiencia en el aula con esta herramienta nos indica que son útiles y apreciados por el alumnado.

Palabras clave: crucigrama, prevención de riesgos, innovación, TICs.

1. INTRODUCCIÓN

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos científico-tecnológicos se utilizan diferentes metodologías que a menudo dependen de los materiales de que dispone el docente para impartir su docencia.

La herramienta que proponemos, y que hemos utilizado a lo largo de varios cursos comprobando que resulta amena para el estudiantado, es el crucigrama.

Un crucigrama es un pasatiempo escrito que consiste en escribir en una plantilla una serie de palabras en orden vertical y horizontal que se cruzan entre sí.

Para el desarrollo del juego se plantean dos listas de definiciones en la plantilla, una para las palabras en horizontal y otra para las verticales. La plantilla consta de una serie de casillas blancas que corresponden a letras individuales y casillas negras que sirven para separar palabras.

Además de este crucigrama estándar que acabamos de definir, existen otros tipos, como el *Crucigrama blanco*, el *Crucigrama Traductor*, el *Crucigrama Silábico*, el *Crucigrama con personaje*, el *Crucigrama Temático*: todas las definiciones están relacionadas con un tema concreto. Este va a ser el caso que nos ocupa, con el tema Prevención de Riesgos Laborales, el *Crucigrama Críptico* o el *Crucigrama Numérico*.

1.1 Breve Introducción Histórica

En el siglo XIX apareció en Inglaterra una primera versión de este pasatiempo que ofrecía una serie de palabras dispuestas de tal modo que las letras podían leerse indistintamente en horizontal o en vertical.

Oficialmente se considera como el primer crucigrama de la historia al publicado en el suplemento *FUN* del periódico *New York World*, el 21 de diciembre de 1913. Su autor fue Arthur Wynne e incluía el nombre de la publicación en una de sus horizontales.

Sin embargo, hay quien defiende que fue el italiano Giuseppe Airoidi el verdadero padre de los crucigramas cuando, el 14 de septiembre de 1890, publicó un embrión de crucigrama en el *II Secolo Illustrato Della Domenica*. Airoidi murió unos días antes, el 13 de diciembre, de que el periódico americano le imitase, por lo que jamás pudo reclamar su paternidad. (Fonseca, 2009).

2. JUSTIFICACIÓN DE SU APLICACIÓN EN LA ENSEÑANZA

Nuestro objetivo es la búsqueda de nuevas técnicas y procedimientos de enseñanza que permitan una mejor comprensión de los conceptos, evitar confusiones en los términos empleados y reducir la dificultad para asimilar ideas fundamentales.

Nuestra propuesta es la realización de crucigramas como herramienta educativa para facilitar la enseñanza y que pueda servir de ayuda complementaria. En resumen, una ayuda didáctica para que el estudiantado disponga de una forma amena de aprender los conceptos y de entrenar nuestras capacidades mentales, que podríamos clasificar como sigue:

Primarias: Atención, Lenguaje, Memoria, Cálculo y Lógica.

Secundarias: Conocimientos generales y Orientación espacial.

Derivadas: Creatividad y Humor.

Con la resolución de crucigramas mejoramos capacidades cerebrales esenciales. Con la retención de información y la atención de los alumnos, desarrollan habilidades y destrezas y como pasatiempo promueven la concentración, el entretenimiento y la creatividad. Así, la atención es una capacidad básica de la que dependen otras capacidades como el lenguaje, la memoria o el cálculo. La atención se puede aprender a mantenerla y ejercitarla debidamente.

Con el lenguaje creamos significantes para los significados que nos rodean, lo pensamos, lo sentimos y lo expresamos. Es el sistema de comunicación del ser humano para poder relacionarse con sus semejantes, pero a la vez es el sistema que le ayuda a comunicarse con sí mismo. La memoria es la capacidad que nos permite aprender, guardar, mantener y recuperar la información. En ella influyen factores como la motivación, el estado afectivo, la atención que estemos prestando o hayamos prestado, el nivel de inteligencia. Finalmente, por conocimientos generales entendemos toda la información retenida por el individuo y que hace referencia a la realidad que nos rodea. En el caso que nos concierne los conocimientos son los referidos a Prevención de Riesgos Laborales.

Un crucigrama trabaja fundamentalmente el lenguaje, pero también en buena medida los conocimientos generales y también la atención, que es como el comodín de todas las demás (Fonseca, 2013).

Carlos Lomas (Lomas, 1999) explica que el material didáctico, incluyendo los crucigramas, no son solo una ayuda orientada a facilitar la intervención pedagógica del profesorado en las aulas y el aprendizaje del alumnado, sino también la expresión de una concepción de la enseñanza y el aprendizaje.

Señala que los crucigramas influyen en el desarrollo cognitivo y social, así como en las habilidades académicas, pues mejoran la atención y concentración y promueven la búsqueda intensa de estrategias para la solución de problemas (Lomas, 1999).

McKeachie (2002) sugiere que los juegos como el crucigrama sean usados porque se requiere que los estudiantes sean participantes activos, tomen decisiones, solucionen problemas y reaccionen a los resultados de sus propias decisiones.

El crucigrama permite desarrollar la operación mental de identificar, pudiendo definir la identificación como el reconocimiento de la realidad por medio de sus rasgos característicos globales recogidos en un término que la define.

La identificación es una operación básica de la estructura mental ya que quien percibe bien puede diferenciar, quien diferencia bien puede comparar y quien bien compara puede clasificar, inferir y razonar (J. Piaget & B. Inhelder, 1997).

3. METODOLOGÍA

De todo lo anteriormente expuesto podemos concluir que la técnica indicada puede ser aplicable a muchas áreas de conocimiento, pero aquí y en particular pretendemos mostrar su utilización como material didáctico en el aprendizaje de conocimientos en Prevención de Riesgos Laborales.

Puede constituir una herramienta amena de repaso de los conocimientos adquiridos como medio para fijar conceptos, así como una herramienta de fomento de la participación en los temas tanto a nivel individual como colectivo.

Durante nuestras clases hemos utilizado los crucigramas para los siguientes objetivos (Peris et al., 2018):

Crucigramas como prueba de conocimientos previos.

Anteriormente realizábamos un test de respuestas múltiples para conocer el nivel previo del alumnado, principalmente sobre ciertos conceptos importantes. En la actualidad los hemos sustituido por un crucigrama. Además de las ventajas enumeradas anteriormente, conseguimos despertar interés en nuestra asignatura por parte del alumnado gracias al uso de herramientas innovadoras desde el primer momento.

Crucigramas como ejercicios de clase.

Puesto que podemos crear crucigramas con distintos grados de dificultad, podemos utilizarlos como ejercicios a resolver en clase. Los hemos utilizado tanto para consolidar conceptos vistos en clases inmediatamente anteriores, como para repasar y, también, para introducir nuevos conceptos resolviéndolos de forma grupal.

Crucigramas como herramienta de enseñanza a distancia.

La herramienta está disponible para los alumnos en un Aula Virtual (Plataforma Moodle, recuperado el 4 de junio de 2021 desde <https://aulavirtual.uji.es/my/>). En este caso, la principal finalidad del crucigrama es reforzar conceptos y servir de herramienta de autoevaluación al estudiantado. Una vez finalizado tiempo y las fechas para la resolución del crucigrama, se publica el crucigrama resuelto, al modo en que se hace en los periódicos.

Crucigramas como examen.

En este caso hemos utilizado los crucigramas para evaluar la adquisición de conceptos por parte de los alumnos tras la finalización de una asignatura. Nunca se han utilizado como única prueba, sino como un complemento a otras pruebas clásicas como resolución de problemas, desarrollo de temas, supuestos prácticos, etc.

Para la confección de los crucigramas objeto de este trabajo hemos utilizado dos aplicaciones informáticas.

La primera de ellas es de carácter comercial y la segunda gratuita.

3.1. Software Comercial: CROSSWORD FORGE

Se puede encontrar en la web: <https://crossword-forge.uptodown.com/windows>, propiedad de SOL Robots.

Es muy fácil de usar, tan solo es necesario ir introduciendo las definiciones y las respuestas a las mismas.

Puede personalizarse con una imagen de fondo, permite cambiar el tipo y formato de la fuente de letra y presenta unas características adicionales muy interesantes:

- Puede exportar el crucigrama en formato texto, imagen, PDF o Flash para Web.
- Permite importar desde un simple fichero de texto las definiciones y las correspondientes respuestas, solo es necesario que en la estructura del fichero se encuentren por cada línea una definición y su respuesta, separadas por un tabulador. De entre todas las palabras podemos optar por construir un crucigrama con todas o con un número menor.
- Una vez cargadas / introducidas las definiciones se construye el crucigrama que permite ser guardado) y que permite cambiar la geometría y ordenación de las palabras que lo forman.

Hay que resaltar que, una vez terminado de introducir las definiciones y respuestas, cada vez que se presiona el botón **Make Puzzle** se genera un crucigrama de diferente «geometría».

A la hora de imprimir, podemos elegir entre la opción evidente de impresión del crucigrama en blanco con las definiciones, el crucigrama con las respuestas tanto en las casillas correspondientes como al lado de la definición y como última opción la anterior con el añadido de mostrar las respuestas como banco de palabras entre el crucigrama y las definiciones.

3.2. Software Gratuito: ECLIPSE CROSSWORD

Puede obtenerse en el sitio web: <http://www.eclipsecrossword.com/> desarrollado por Green Eclipse.

Permite almacenar listas de palabras, guarda los crucigramas con la extensión .ECW y permite exportarlos en formato TXT, RTF, WMF y PostScript, así como para su publicación en Web.

Una vez descargado el programa (solamente funciona en Windows), en primer lugar, este nos da la opción de crear un crucigrama desde cero o cargar una lista de palabras ya creada o bien un crucigrama generado.

La otra alternativa implica la carga de una lista de palabras o crucigrama ya confeccionado. Cuando ya hemos introducido todas las palabras, pulsando *Next* pasamos a guardar los resultados. Con las palabras introducidas, el programa sugiere unas dimensiones mínimas que pueden ser modificadas. El siguiente paso es la visualización del crucigrama. Finalmente, el programa muestra las opciones de impresión, que permite la publicación en formato Web.

4. RESULTADOS

En este caso hemos utilizado crucigramas en las materias correspondientes al Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales y en las materias preventivas del Máster propio en Gestión Integrada de la Calidad, la Prevención y el Medio Ambiente. Ambas titulaciones de la Universidad Jaume I. Para este trabajo hemos seleccionado dos ejemplos de aplicación, que corresponden a Seguridad en el Trabajo y a Ámbito Jurídico de la Prevención. Están compuestos de la plantilla en blanco para su resolución y la solución a la misma.

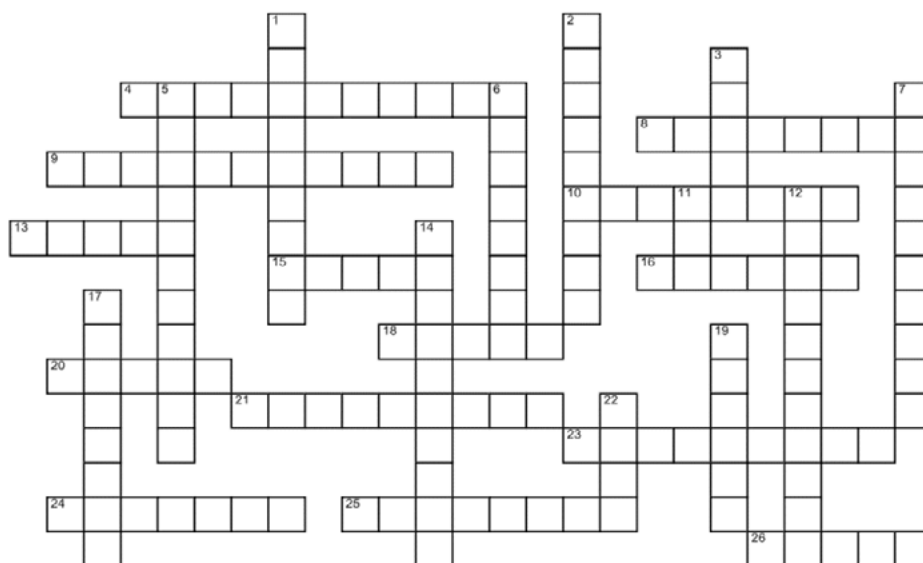
El ejemplo correspondiente a Seguridad en el Trabajo se ha confeccionado con la aplicación Crossword Forge y el correspondiente a Ámbito Jurídico de la Prevención se ha confeccionado con Eclipse Crossword.

Por motivos de extensión, solamente presentamos el primero de los crucigramas.

El éxito de la metodología ha sido bastante alto, habiendo sido incapaces de completar al menos la mitad del crucigrama únicamente 2 de 35 alumnos. Los alumnos han respondido favorablemente a este tipo de evaluación alternativa, no solo en función de los resultados obtenidos sino también por las opiniones proporcionadas. Funciona muy bien como examen para evaluar la asimilación de conceptos siendo complementario a otras pruebas. Un aspecto importante que se ha observado es que este examen favorece a aquellos alumnos que tienen los conocimientos asimilados, pero dificultad de expresión.

Sin embargo, no consideramos justo que toda la evaluación fuera con un crucigrama, puesto que la expresión escrita y oral son capacidades que han de ser fomentadas y evaluadas. Puesto que lo importante es conseguir una evaluación justa, compensada y que considere las diversas capacidades del alumnado, tanto la lógica, la iniciativa o la capacidad para decidir son tan importantes como la expresión a la hora de responder.

Seguridad en el Trabajo - 01



Horizontales

4. Como protección ante contactos eléctricos indirectos, es de uso común el interruptor ...
8. De los dos tipos de tensión eléctrica, ¿cual es la menos peligrosa?
9. La Ley 54/2003, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención, da una especial importancia, para la eficacia de la acción preventiva, a su ...
10. Finalidad principal de la señalización en Seguridad y Salud en el Trabajo
13. Organismo científico-técnico en Prevención de la Admón Gral. del Estado
15. Distancia máxima (en metros) de la salida de un sector de incendio a la que se situará una BIE
16. Un elemento constructivo EF60 tiene una estabilidad al fuego de 60 ¿qué unidad de tiempo?
18. Color fundamental de las señales que indican vías y salidas de evacuación
20. ¿Cada cuantos años se debe de entregar a la administración el Informe de Seguridad siempre que no haya habido cambios sustanciales en la instalación?
21. ¿Que Técnica de Protección es preferente en su aplicación?
23. Espacio de difícil accesibilidad donde la ventilación es limitada o nula
24. Los accidentes de trabajo se deben a la existencia de ...
25. Color que con el negro y con bandas a 45° señala la existencia de riesgos de caídas, golpes y choques
26. Sistema Electronico de Notificación de Accidentes de Trabajo

Verticales

1. Símbolo indeleble que deben llevar estampado todos los protectores personales (dos palabras)
2. Barrera material que impide el acceso a una máquina o zona peligrosa
3. Ante el paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano, cuanto mayor es la resistencia que éste ofrece, la corriente es ...
5. En una Evaluación de Riesgos, ¿cual es la primera etapa a considerar referente a las actividades de trabajo?
6. Las rampas tienen regulada la pendiente máxima admisible en función de su ...
7. En un atillio a más de 3m de altura, ¿que instalaremos como medida de protección colectiva?
11. Acrónimo del dispositivo para minimizar / eliminar las consecuencias de los riesgos
12. Calificación de un riesgo ante el cual no se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta reducir su nivel
14. Las Técnicas de Protección se clasifican en Individuales y ...
17. CTE-SI : Los extintores portátiles tendrán una mínima 21A-113B
19. Actitud en actuaciones de PRL ante la posible materialización de riesgos
22. Color para señalar equipos de protección contra incendios

Figura 1. Ejemplo de Seguridad en el trabajo creado con el programa Crossword Forge

5. CONCLUSIONES

Los crucigramas se pueden utilizar como materiales didácticos, tanto en el aula de forma presencial, como a distancia a través de Aulas Virtuales tipo Moodle, lo que permite al estudiantado el acceso a una herramienta que potencia su aprendizaje de una forma rápida y precisa, permitiendo la utilización de conceptos y definiciones cuyo aprendizaje podría ser tedioso de otra forma.

Los crucigramas son sencillos de implementar con las herramientas adecuadas y resultan útiles para el aprendizaje y la interrelación de conceptos relacionados con la Prevención de Riesgos Laborales.

Nuestra experiencia en el aula con esta herramienta nos indica que son útiles y apreciados por el alumnado.

Por otra parte, los crucigramas presentan varias ventajas frente a los tests:

- No se sugiere ninguna respuesta, por lo que estimulan las capacidades mentales primarias
- No ofrecen posibilidad de discusión sobre la respuesta correcta sobre múltiples posibilidades, pues la única respuesta correcta es la que “cabe”.

Referencias

- Fonseca, A. (2009). Historia Crucigramas. Recuperado 06 de junio de 2021, desde http://www.imaginatejuegos.org/index.php?option=com_content&view=article&id=84:historia-crucigramas&catid=24:agustin-fonseca&Itemid=91
- Fonseca, A. (2013). Recuperado 06 de junio de 2021, desde http://www.imaginatejuegos.org/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=54
- Green Eclipse. Recuperado el 04 de junio de 2021, desde <http://www.eclipsecrossword.com/> desarrollado por Green Eclipse.
- Lomas, Carlos. (1999). *Cómo enseñar a hacer las cosas con las palabras: teoría y práctica de la evaluación lingüística* (Vol I). Barcelona: Ediciones Paidós.
- McKeachie, Wilbert J. (2002). *Teaching tips : strategies, research, and theory for college and university teachers*. Boston : Houghton Mifflin Company.
- Peris, Edgar; Valverde, David; Valls, Adriana; Esteve, Vicente; Luis, Santiago V. (2018). Crosswords as a tool for the learning of concepts in Chemistry: Sustainability and risk prevention. Dentro de Ana Arnal (Ed.), *Virtual Congress on Advances in Technologies, Innovation and Challenges of Higher Education (ATIDES 2018)* (257-268). Castelló: Universitat Jaume I.
- Piaget, Jean y Inhelder, Barbel (1997). *Psicología del niño* (14 ed.); Madrid: ediciones Morata.
- SOL Robots. Recuperado 04 de junio de 2021, desde <https://crossword-forge.uptodown.com/windows>
- Universitat Jaume I. Aula Virtual. Recuperado el 10 de junio de 2021 desde <https://aulavirtual.uji.es/my/>

Aplicación de Aprendizaje Basado en Retos en la asignatura “Auditoría Energética” del Máster Universitario de Energías Renovables, Gestión y Eficiencia Energética de la UEx

C. M. González García, E. Sabio Rey

cggarcia@unex.es; esabio@unex.es

Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, Avda. de Elvas, 06071, Badajoz, España

ABSTRACT

This paper describes the application of the Challenge Based Learning (CBL) teaching methodology in the subject “Energy Audit” of the University Master’s Degree in Renewable Energies, Management and Energy Efficiency of the UEx. Specifically, it is applied in the context of “Energy Saving in Thermal Equipment” where students tackle different challenges of measurements, calculations and analysis of a real situation (boiler in operation).

Keywords: Educational Innovation, Challenge Based Learning (CBL), Energy Audit, Energy Resource optimization.

RESUMEN

En este trabajo se describe la aplicación de la metodología de enseñanza de

Aprendizaje Basado en Retos (ABR) en la asignatura “Auditoría Energética” del Máster Universitario de Energías Renovables, Gestión y Eficiencia Energética de la UEx. En concreto se aplica en el contexto de “Ahorro Energético en Equipos Térmicos” donde los estudiantes abordan distintos retos de medidas, cálculos y análisis de una situación real (caldera en funcionamiento).

Palabras clave: Innovación Educativa, Aprendizaje Basado en Retos (ABR), Auditoría Energética, Optimización de Recursos Energéticos.

1. INTRODUCCIÓN

Entre las actuales tendencias de innovación educativa destaca el *Aprendizaje Basado en Retos* (ABR). El ABR se ha incorporado en áreas de estudio como la ciencia y la ingeniería, que demandan una perspectiva del mundo real. En concreto este enfoque pedagógico involucra activamente al estudiante en una situación real, relevante y de vinculación con el entorno.

El ABR ofrece un marco de aprendizaje donde se aprovecha el interés de los estudiantes por darle un significado práctico a la educación mientras que desarrollan competencias claves como el trabajo colaborativo y multidisciplinar, la toma de decisiones, la comunicación, etc.

Entre los beneficios del ABR cabe destacar una comprensión más profunda de los temas, aprender a diagnosticar y definir problemas antes de proponer soluciones así como, desarrollar la creatividad.

En este proceso de aprendizaje las funciones del profesor al implantar este enfoque deben ser entre otras, proponer la temática del reto o reto (actividad, tarea o situación que implica al alumno un estímulo y un desafío para llevar a cabo) con los estudiantes, asegurar que exista una relación clara entre los objetivos del aprendizaje, la idea general del reto y todas sus etapas, integrar las competencias claves que desarrollaran los estudiantes a través de los retos a abordar, promover en el alumno la responsabilidad de su propio aprendizaje, su compromiso e involucramiento en el desarrollo de los retos y por último, incentivar el pensamiento creativo, el asumir riesgos y experimentar.

Por otro lado, la implementación del ABR requiere acciones por parte del profesor como permitir que los estudiantes cometan errores para posteriormente ellos mismos descubrirlos y corregirlos, y saber trabajar de forma colaborativa con otros compañeros de diferentes áreas, ya que comúnmente los retos son multidisciplinarios.

En este trabajo se desarrolla la experiencia de la implementación del ABR en la asignatura “Auditoría Energética” del Máster Universitario en Energías Renovables, Gestión y Eficiencia Energética (MUERGyEE). El Máster se desarrolla bajo metodología de proyectos y retos, ofreciendo las bases necesarias para el análisis, diseño, cálculo, resolución constructiva, ejecución, control, mantenimiento, conservación, evaluación y gestión eficiente de los diferentes tipos de proyectos relacionados con las energías renovables, la eficiencia energética y el alcance de instalaciones y edificios de consumo casi nulo (NZEB), de acuerdo con un programa de importante contenido práctico que permite al estudiante alcanzar un amplio desarrollo competencial en la gestión y dirección de proyectos relacionados con la energía. Con este máster se alcanza el perfil de un Gestor Energético, una figura que ha emergido en los últimos años y que se considera vital para aprovechar las oportunidades que el uso eficiente de la energía muestra hoy en día. El compromiso con el medio ambiente hace que se requiera un experto para encontrar la vía que nos lleve a la consecución de los objetivos en materia de energías renovables, eficiencia energética y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como para optimizar los recursos energéticos existentes con un importante ahorro económico para las partes.

Dentro del temario de la asignatura se aplicó en la parte correspondiente a “Ahorro energético en Equipos Térmicos” que permitía la labor de trabajo de campo insitu en la propia Escuela de Ingenierías Industriales y así realizar un estudio realista basado en los retos a los que se tiene que enfrentar un auditor energético como son toma de la información disponible, inspección in situ, definición de “check list” de datos de campo, elección de sistemas de medición y trabajo de campo.

2. METODOLOGÍA

En primer lugar, el profesor introduce a los estudiantes en la metodología del aprendizaje basado en retos, explicando cómo funciona el proceso, proponiendo la problemática y comunicando a los alumnos lo que se espera de ellos.

En la etapa intermedia, los estudiantes se deben encargar de planear e investigar su trabajo y el profesor trabajar como director del proyecto y mentor. Además de trabajar en conjunto con los estudiantes, apoyarlos en las dificultades y motivarlos en el camino.

En la etapa avanzada los estudiantes ya están profundamente involucrados con su trabajo mientras que el profesor se debe asegurar de que dominan los conocimientos y las habilidades

requeridas mediante las evaluaciones apropiadas. Finalmente, los estudiantes publican sus soluciones y resultados para ser evaluados.

En concreto, la propuesta de los retos se realizó en el contexto de "Ahorro Energético en Equipos Térmicos" en particular en "Calderas". El reto planteado fue analizar de forma realista la Medida de Ahorro Energético (MAE) que consistiría en incorporar un Sistema de Control que corrija la relación aire/combustible. Esta corrección se basa en la medición del porcentaje de oxígeno y monóxido de carbono en los gases de la combustión y en hacer actuar la señal obtenida sobre el sistema general de control aire/combustible (Figura 1). Para ello, lo primero en abordar lugar fue la recopilación de información, visita in situ de las instalaciones para verificar su estado y funcionamiento, y establecer los posibles puntos de medición y recursos precisos (analizador de gases de combustión, cámara termográfica, termopares, caudalímetros, contadores de gas, etc). En este punto, pasamos a establecer un plan de trabajo para que los alumnos realicen ellos mismos las medidas.



Figura 1. Control del Aire de Combustión en una Caldera.

Llegados a este punto se realiza con los alumnos un análisis global previo. Deben de tener claro que de los dos métodos que existen para determinar el rendimiento de una caldera, directo (basado en las medidas experimentales realizadas) e indirecto (mediante evaluación de las pérdidas energéticas), que información nos proporciona cada uno de ellos. Así, el método directo permitirá verificar si el método indirecto da resultados razonables y el indirecto permite una comparativa entre las dos situaciones (inicial y mejorada). En la Figura 2 se muestra a modo de ejemplo una ficha real de medición de rendimiento de una caldera que un auditor energético debe entregar.

FICHA DE MEDICIÓN DE RENDIMIENTO DE CALDERA

CALDERA DE COMBUSTIBLES GASEOSOS. MÉTODO DIRECTO

Identificación en la instalación:

Caldera: Fabricante / Modelo:

Número de serie:

Dimensiones: mm x mm x mm

Tipo: (estándar, de baja temperatura, de condensación):

Año de fabricación:

Temperatura máxima del fluido:

Presión de trabajo:

Potencia térmica: máxima kW; mínima kW

Quemador: Fabricante / Modelo:

Número de etapas / modulante hasta el %:

Caudal de combustible: máximo m³/h; mínimo m³/h

Medidas de consumos energéticos

	Nominal	Medida	Unidad
Presión en el contador de gas:			kPa
Temperatura en el contador de gas:			°C
Consumo de gas (medido en segundos):			m ³
Consumo de gas (Cond. Normales: 0°C y 101.300 Pa):			m ³ /h
Gasto volumétrico de gas (en condiciones normales):			m ³ /h
Poder Calorífico inferior del Combustible:			kJ/m ³
Potencia eléctrica consumida:			kW
Parámetros de la combustión			
Presión en el hogar:			Pa
Oxígeno en la base de la chimenea:			%
Temperatura de la sala de máquinas / cuarto técnico:			°C
Parámetros del fluido caloportador			
Fluido térmico:			kg/m ³
Densidad:			kg/m ³
Calor específico:			kJ/kgK
Temperatura de entrada a la caldera:			°C
Temperatura de salida de la caldera:			°C
Caudal:			l/min
Presión del circuito:			bar
Rendimiento de la caldera (método directo)			%

"VAMOS A MEDIR"

Figura 2. Ficha de datos para medición del rendimiento de una caldera.

Por último, para cada situación se les propone realizar un balance energético y económico, clave para la toma de decisiones de la medida de ahorro energético.

3. RESULTADOS

En la Figura 3 se muestra un esquema de las medidas realizadas por los estudiantes en la caldera para la determinación del rendimiento por el método directo.



Figura 3. Medidas realizadas en la caldera para la determinación del rendimiento por el método directo

Una vez realizadas las medidas experimentales, los estudiantes deben elaborar una hoja de cálculo Excel que les permita realizar todos los cálculos necesarios (Figura 4 y 5).

Medida	Valor	Unidad	Cálculo
Consumo de gas (en las condiciones del contador)	89,28	m³	$V_2 - V_1$
Consumo de gas (en condiciones normales)	89,28	m³	$V_2 - V_1$
Caudal de gas (en condiciones normales)	0,134528	m³/s	$\frac{V_2 - V_1}{t}$
Potencia calorífica inferior del combustible	39832	kJ/h	$P_{cal} = V \cdot P_{ci}$
Referencia eléctrica consumida	-	W	-
Temperatura de entrada a la caldera	120	°C	-
Temperatura de salida de la caldera	26,6	°C	-
Potencia útil	4612,32	kW	$Q_{util} = m \cdot (h_2 - h_1)$

Figura 4. Hoja Excel elaborada para la determinación del rendimiento de la caldera por el método directo. Condición inicial.

Medida	Valor	Unidad	Cálculo
Consumo de gas (en las condiciones del contador)	89,28	m³	$V_2 - V_1$
Consumo de gas (en condiciones normales)	89,28	m³	$V_2 - V_1$
Caudal de gas (en condiciones normales)	0,134528	m³/s	$\frac{V_2 - V_1}{t}$
Potencia calorífica inferior del combustible	39832	kJ/h	$P_{cal} = V \cdot P_{ci}$
Referencia eléctrica consumida	-	W	-
Temperatura de entrada a la caldera	120	°C	-
Temperatura de salida de la caldera	26,6	°C	-
Potencia útil	4612,32	kW	$Q_{util} = m \cdot (h_2 - h_1)$

Figura 5. Hoja Excel elaborada para la determinación del rendimiento de la caldera por el método directo. Condición propuesta de medida de ahorro energético.

Este cálculo permite a los alumnos llegar a la conclusión de que no es posible realizar dicho cálculo puesto que no se conocen para la situación mejorada de ahorro energético datos como el consumo de la caldera de gas natural.

En la Figura 6 se detallan las medidas necesarias para la determinación del rendimiento de la caldera mediante el método indirecto y en la Figura 7 la hoja de cálculo que deben elaborar.



Figura 6. Medidas realizadas en la caldera para la determinación del rendimiento por el método indirecto



Figura 7. Medidas realizadas en la caldera para la determinación del rendimiento por el método indirecto. Condición inicial.

El siguiente paso que deben realizar los alumnos es para la propuesta MAE, optimizar el porcentaje de oxígeno en el proceso de combustión para lo cual se les reta localizar e interpretar en el catálogo del fabricante la hoja de calibración de la caldera (Figura 8).

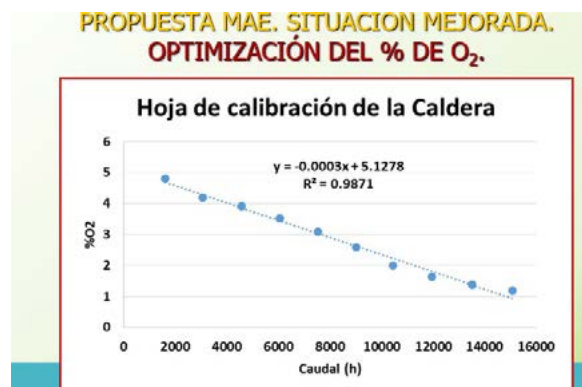


Figura 8. Hoja de Calibración de la caldera.

A partir de los subretos conseguidos al final obtienen el rendimiento mediante el método indirecto de la MAE propuesta. En la Figura 9 se muestran los resultados obtenidos del balance energético y económico realizado en ambas situaciones.

TABLA ANÁLISIS DE PROPUESTA MAE

Parámetro	Unidades	Inicial	Mejorada	Ahorro
Potencia útil	kW	4612,3	4612,3	
Potencia consumida (método indirecto)	kW	5447,3	5274,0	
Rendimiento		84,67%	87,45%	
Mejora rendimiento			2,78%	
Pérdidas por humos:	kW	740,9	570,6	
Pérdidas por quemados:	kW	0,0	0,0	
Pérdidas por las paredes:	kW	12,5	12,0	
Pérdidas por purgas:	kW	81,7	79,1	
Pérdidas totales	kW	835,1	661,6	
Horas anuales	h anuales	8400	8400	
Consumo anual combustible	m ³ N	4.135.533	4.003.937	131.597
PCI	kWh/m ³ N	11,06	11,06	
Consumo anual energético	kWh_PCI	45.757.291	44.301.249	1.456.042
Coste unitario combustible	€/kWh_PCS	0,03	0,03	
PCS	kWh/m ³ N	12,25	12,25	
Ratio PCI/PCS	kWh_PCI/kWh_PCS	0,90	0,90	
Consumo anual energético	kWh_PCS	50.677.639	49.065.027	1.612.612
Coste anual combustible	€	1.520.329	1.471.951	48.378
Coste inversión			60.000	
Tiempo de retorno (no actualizado)	años		1,24	

Figura 9. Tabla de análisis de propuesta MAE.

4. CONCLUSIONES

Se ha podido comprobar que el Aprendizaje Basado en Retos es una metodología activa muy recomendable a aplicar en el aula por sus buenos resultados y la gran implicación del alumnado. Así mismo es un buen método de trabajo cooperativo en el que los integrantes comparten información y colaboran en la consecución de un reto común, desarrollando así sus habilidades de comunicación y viendo la solución real en su aplicación social. Entre las desventajas se ha encontrado que es complicado evaluar el aporte individual, pues las actividades están enfocadas a potenciar el trabajo en grupo y al desarrollo de competencias que implican un alto grado de interactividad. Como recomendaciones para mejorar la metodología, ésta podría emplearse de manera coordinada con otras asignaturas a lo largo de la carrera, conformando un equipo de docentes que seleccionen los temas, realicen las asesorías y la evaluación. De esta manera se podría potenciar el proceso formativo de los estudiantes, junto con el trabajo en grupo de los docentes. Para alcanzar mejores resultados, esta metodología debería ser aplicada de forma institucional, a lo largo del plan de estudios.

REFERENCIAS

- De Miguel M.L. (2016) : Tendencias : Aprendizaje basado en retos.
- Observatorio de Innovación Educativa (2016): Aprendizaje basado en retos. Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey.
- Benítez, A.y M. García, Un Primer Acercamiento al Docente Frente a una Metodología Basada en Proyectos, Form. Univ., ISSN-e: 0718-5006 (en línea), 6 (1), 21-28 (2013).

Aplicación práctica de la Metodología de Kees Dorst para proponer soluciones a la despoblación en la provincia de Segovia

Á. Lobo Regidor y C. Alía García^a

cristina.alia@upm.es

^aUniversidad Politécnica de Madrid (Escuela Técnica Superior en Ingeniería y Diseño Industrial, Ronda de Valencia 3, 28012, Madrid, España)

ABSTRACT

Depopulation is one of the main problems Spain is facing, especially in rural areas, where this phenomenon in a short period of time can lead to the disappearance of these places. This process is rapidly growing in the province of Segovia, where the number of people born in Segovia and residing in the Community of Madrid is roughly half that of those who maintain their residence in their province of origin. Dorst's methodology will be used on an End-of-Degree Project of Engineering in Industrial Design and Product Development to reverse this situation by making the interior provinces, in particular, Segovia, places where people settle in. This methodology makes it possible to provide solutions to complex problems that are not specifically bounded or limited by a single discipline. The final proposal developed as a result of applying Dorst's methodology consists in the creation of an association of public and private entities of the province that has as a common goal the fight against rural depopulation. In order to achieve this purpose, they will work together to implement measures framed within the specific objectives, being this collaboration the key feature of this proposal.

Keywords: Depopulation, Segovia, Dorst's methodology, demography.

RESUMEN

La despoblación es uno de los principales problemas a los que se enfrenta España, especialmente en zonas rurales, en las que este fenómeno puede producir la desaparición de estos lugares en un plazo breve de tiempo. Este proceso es creciente en la provincia de Segovia, en la que el número de personas nacidas en Segovia y que residen en la Comunidad de Madrid es aproximadamente la mitad que los que mantienen su residencia en Segovia. Para conseguir revertir esta situación, se realiza un Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto en el que se emplea la metodología de Dorst, haciendo de las provincias interiores y, en concreto, Segovia, lugares en los que se asiente la población. Esta metodología permite aportar soluciones a problemas complejos que no están específicamente acotados ni limitados por una única disciplina. La propuesta final desarrollada con la aplicación de esta metodología consiste en la creación de una asociación de entidades públicas y privadas

de la provincia que tengan la lucha contra este problema como propósito común, poniendo en marcha medidas encuadradas dentro de unos objetivos concretos, con la colaboración entre ellas como punto clave para conseguirlo.

Palabras clave: Despoblación, Segovia, metodología de Dorst, demografía.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la industrialización, el éxodo rural se hace evidente, sobre todo en la población joven, en la búsqueda de mejores oportunidades en las grandes urbes como Madrid, Barcelona o Bilbao, con mayores servicios que en sus lugares de origen (Centro de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo de Áreas Rurales, 2017). Este fenómeno ha vuelto a acrecentarse en la última década (Córcoles, Díaz, & Villar, 2017), por lo que es necesario buscar una solución a este problema que disminuye la vida existente en los municipios pequeños. En la provincia de Segovia, gran cantidad de población ha emigrado a la capital del país por su cercanía, siendo el número de nacidos en Segovia y que residen en la Comunidad de Madrid la mitad que los que mantienen su residencia en Segovia (Instituto Nacional de Estadística, 2020).

Por todo ello, es necesario que se revierta esta situación, haciendo de las provincias interiores y, en concreto, Segovia, lugares en los que se asiente la población y no se sigan convirtiendo en desiertos demográficos. Para ello, se va a emplear la metodología de Kees Dorst para aportar soluciones a un problema complejo que no está específicamente acotado ni limitado por una única disciplina (Alía García, 2020). La propuesta final desarrollada con la aplicación de esta metodología de diseño, consiste en la creación de una asociación de entidades públicas y privadas de la provincia que tengan la lucha contra este problema como propósito común, poniendo en marcha medidas encuadradas dentro de unos objetivos concretos y con la colaboración entre ellas como punto clave para conseguirlo. Para ello, se ha desarrollado una página web que servirá como plataforma de la iniciativa. Aunque la asociación aún no está puesta funcionando como tal, sí que se ha recibido feedback desde diferentes plataformas mostrando gran interés en su plantamiento y viabilidad técnica y económica, por lo que, los siguientes pasos de futuro son su difusión a través de redes sociales y buscar el apoyo de las plataformas y asociaciones, que ya son muy conocidas en la provincia, para conseguir entidades interesadas en el proyecto.

2. METODOLOGÍA DE DORST

Kees Dorst pone en práctica un nuevo enfoque a la tradicional metodología del Design Thinking, específicamente para la resolución de problemas complejos del campo del diseño los cuales no están claramente definidos, ni acotados, no se limitan a una única disciplina o quizá no se resuelvan a través de un producto (Moreno-Díaz, y otros, 2019), a partir de la creación de marcos de referencia (Dorst, 2017).

El modo de razonamiento que se aplica para resolver estos problemas es la abducción de diseño, en el que no se conocen ni los elementos ni los patrones de relaciones que dan lugar al valor deseado. Esta doble incógnita hace que se deban dar ideas para el “qué” y el “cómo” y se tengan que poner a prueba en paralelo, lo que permite una amplia creatividad en el desarrollo de la idea final, ya que no existe una única solución correcta. Dorst plantea una estrategia eficiente (van Leeuwen, Rijken, Bloothoofd, Eefje, & Ruts, 2017) para conseguir resolver el problema: el modelo de creación de marcos de referencia, que posee los siguientes pasos:

- Definición del problema. Fase de investigación previa del problema en la que se pretenden conocer todos los aspectos del asunto a resolver.
- Arqueología. Se analizan las propuestas ya probadas para solucionar el problema.

- Paradoja. Se distinguen las fuerzas opuestas que hacen que el problema sea difícil de resolver.
- Contexto. Se identifican los actores directos del problema y sus valores.
- Campo. Se amplía el contexto a los actores secundarios, con sus valores.
- Temas. Los valores recopilados del contexto y campo se agrupan por temas.
- Marcos de referencia. Fase creativa en la que los temas se utilizan como base para la creación de los marcos de referencia, adoptando una determinada pauta de relaciones que sea aceptada por todos los actores.

3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DORST

a. Definición del problema

En 2020, la población nacional total era de 47.329.981 habitantes. Sin embargo, España ganaría casi un millón de habitantes en los siguientes quince años y más de tres millones hasta 2070 si se mantuvieran las tendencias demográficas existentes (Instituto Nacional de Estadística, 2020). Sin embargo, este aumento poblacional no es homogéneo en todas las Comunidades Autónomas, sino que Cataluña y Comunidad de Madrid serían las que más crecimiento poblacional tendrían entre 2020 y 2035, en contraposición con Castilla y León y Galicia que presentarían los mayores descensos absolutos.

Castilla y León y, en concreto, Segovia presentan una densidad de población baja con respecto al conjunto del país, pero el éxodo rural, la baja natalidad y el envejecimiento de la población provoca que el número de habitantes siga menguando con el paso del tiempo. Además, el medio rural presenta desigualdades con respecto a las ciudades, como la existencia de menores servicios, peores infraestructuras, menos opciones de empleo o mayores diferencias entre hombres y mujeres, que contribuyen a que la despoblación siga aumentando. La despoblación hace que se pierda patrimonio en las zonas rurales, se degrade y erosione el entorno, con la pérdida de biodiversidad que origina, se destruyan empleos y recursos o se disminuyan los recursos hídricos.

Para completar la definición del problema, se realiza una investigación de campo que permita conocer la realidad de las personas que sufren la despoblación, confirmar las hipótesis y obtener nuevos datos. Para ello, se ha realizado una encuesta que fue contestada por 489 personas y se sacaron como conclusiones que la despoblación es un problema grave que concierne a todo el país y no se le ha dado la suficientemente importancia por las formaciones políticas. Según los encuestados, los servicios son mejores en el medio urbano que en el rural, al igual que las oportunidades laborales, igualdad de género, nivel adquisitivo o aceptación de minorías. Para ellos, en lo que se debería incidir es en las mayores oportunidades laborales, tanto en el conjunto de España como en Segovia. Además, los valores más asociados al medio rural son la tranquilidad y la naturaleza, seguidos de paz, familia, libertad, amistad y felicidad. Con los datos de esta encuesta, también se han creado unos perfiles de personas que ayuden para crear, posteriormente, los marcos de referencia.

b. Arqueología

En los últimos tiempos se han venido aplicando diferentes proyectos e iniciativas para solucionar este problema. Son importantes las iniciativas de logística social, donde se persigue que nadie se vea obligado a abandonar su lugar de residencia por no poder acceder a servicios

básicos. A lo largo de todo el país se han desarrollado iniciativas para ayudar a las zonas más afectadas por la despoblación como Regenera Hub, que pretende conectar soluciones y personas para generar la naturaleza y aumentar la calidad de vida, fijándose en el medio rural para mejorar la salud y transformar la economía. También existen empresas que se suman a esta lucha como AlmaNatura [130], de origen social, cuyo objetivo es mejorar la situación del medio rural y luchar contra la despoblación diseñando alianzas público/privadas. También se han creado proyectos para motivar a las personas que viven en la ciudad a trasladarse a un pueblo, etc. Sin embargo todas estas soluciones no han sido suficientes.

c. Paradoja

Al ser la despoblación un problema abierto y muy complejo presenta diversas controversias o paradojas. Por ejemplo, el antagonismo de lo rural con lo urbano: al dotar a las zonas rurales de mayores oportunidades laborales (industria, servicios, ...) se produciría una relativa "urbanización" de los pueblos y se podrían perder los valores típicos se buscaban en el mundo rural. También existe un gran debate entre la tranquilidad y la soledad.

d. Contexto y Campo

El contexto está compuesto por los actores principales, es decir, por los involucrados directamente en el problema. Por tanto, forman parte del contexto los segovianos, las instituciones y las ayudas y fondos que se pueden utilizar. Sin embargo, el campo son los habitantes de otros lugares, instituciones menores o recursos de la provincia, entre otros.

e. Temas

Según las opiniones de la encuesta desarrollada, el aspecto en el que más se debería incidir para frenar la despoblación en general, y en la provincia de Segovia en particular, es en las mayores oportunidades laborales, por lo que debe ser el tema principal. También se ha mostrado que la mejora de servicios sanitarios, tecnológicos, de infraestructuras y transporte son importantes para resolver el problema, por lo que otro tema es la mejora de servicios. Además, unificando todos los valores de la Figura 1 en un mismo concepto, se llega al estilo de vida rural, con la tranquilidad y la naturaleza como principales aspectos.



Figura 1. Valores que más gustan del medio rural.

f. Marcos de referencia

A partir de los temas creados en el apartado anterior, se procede a plantear unos marcos de referencia que puedan servir para, posteriormente, crear una solución al problema de la

despoblación, actuando como si se encontrara en ese marco de referencia. Se observa que los marcos más útiles para crear una solución a la despoblación son los parques naturales. Se plantea un paralelismo entre los “parques naturales” de regiones despobladas que se pretendían instaurar con las Comunidades de Villa y Tierra existentes en la provincia de Segovia, ya que son entidades compuestas por congregaciones de municipios que ocupan una zona concreta de la provincia y se encuentran en su mayoría afectados gravemente por la despoblación. Suplen la función de la “casa del parque”, ya que ayudan a habitantes y visitantes ofreciendo información de la zona relativas al patrimonio, medioambiente, etnografía o gastronomía.

4. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La solución final propuesta con el marco de referencia del parque natural es una organización sin ánimo de lucro cuyo objetivo principal es la lucha contra la despoblación en la provincia de Segovia. El nombre de la organización es Asociación Segoviana contra la Despoblación (ASEDES) y a ella pertenecen entidades públicas y privadas que actúan activamente por la revitalización de la provincia (Figura 2).

Los organismos integrados en ASEDES presentan planes de actuación específicos centrados en seis pilares básicos llamados Objetivos contra la Despoblación: desarrollo empresarial, colaboración público-privada, vivienda, servicios de calidad, juventud y respeto al medio rural; donde integran sus medidas propias para luchar contra la despoblación o las integran en los planes predefinidos por la asociación.

La asociación facilita a las entidades que la componen un marco en el que mostrar las medidas que adoptan contra la despoblación y permite ayudar a otras con el mismo objetivo común mediante la colaboración entre compañías. El beneficio directo de pertenecer a ASEDES es la utilización del logo de calidad que proporciona a sus integrantes como muestra de su compromiso por el desarrollo rural, así como de los indicativos de los Objetivos Contra la Despoblación en la aplicación de las medidas concretas que se tomen. Para ello, se crea una página web para mostrar todas las acciones de la asociación.



Figura 2. Página web desarrollada.

¿Qué hacemos?



Alianza entre entidades para impulsar los objetivos

La ayuda entre los miembros de la asociación es fundamental para desarrollar medidas que cumplan los Objetivos contra la Despoblación propuestos por ASEDES.



Sello de calidad ASEDES contra la despoblación

Los miembros de ASEDES pueden utilizar el sello de calidad de la asociación contra la despoblación como símbolo de su compromiso frente al problema.



Compromiso con el desarrollo de la provincia

Para ASEDES es fundamental que toda la provincia progrese de la misma forma, sin olvidarse de las poblaciones más pequeñas.

Objetivos contra la Despoblación



Figura 2. Página web desarrollada.

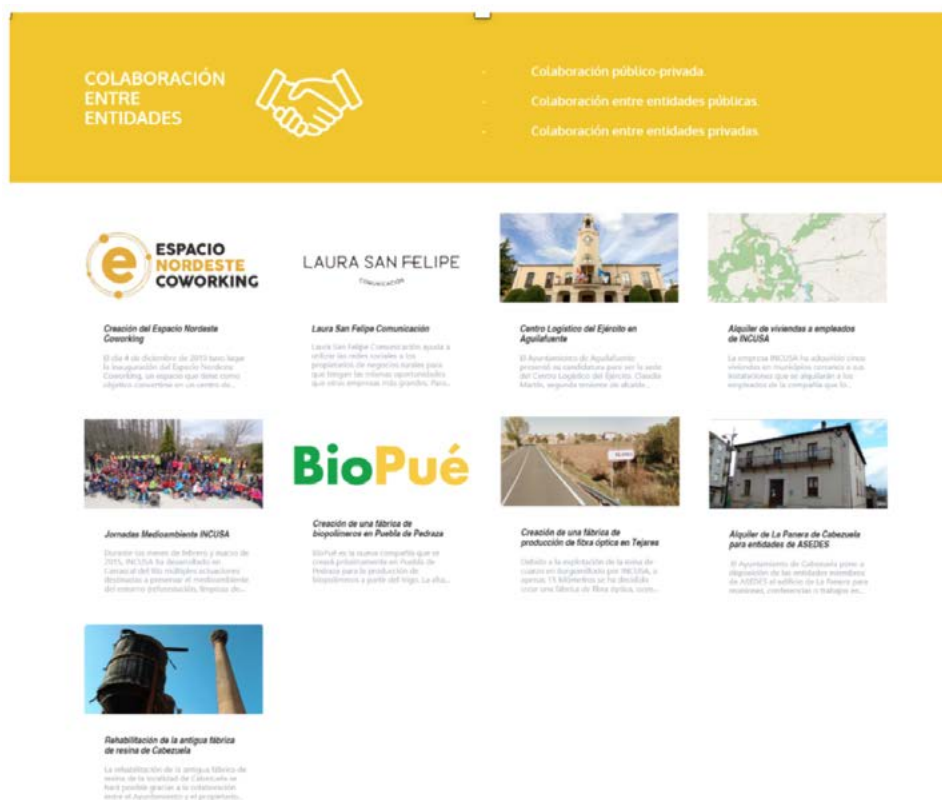


Figura 3. Propuesta de la Asociación para la Colaboración entre Entidades.

5. CONCLUSIONES

Se ha empleado la metodología de Kees Dorst para proponer una solución a un problema tan complejo, abierto y multidisciplinar como es la despoblación de las zonas rurales. La metodología de diseño aplicado ha resultado ser una buena guía para conseguir el objetivo final y su aplicación ha permitido plantear una Asociación Segoviana contra la Despoblación (ASEDES) a la que pertenecen entidades públicas y privadas que actúan activamente por la revitalización de la provincia. Esta Asociación pretende motivar a sus integrantes para conseguir un mayor desarrollo de la provincia de Segovia, así como conseguir que más entidades se involucren contra este problema. Aunque aún no se ha puesto en marcha, dado su viabilidad técnica y económica así como, la buena acogida que ha recibido entre las distintas plataformas y asociaciones de la provincia de Segovia, se espera poner en marcha por los autores, en el futuro próximo.

REFERENCIAS

- Alía García, C. (2020). Aplicación de metodologías de diseño a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS): Concienciar a la población de la importancia del reciclado. Madrid.
- Centro de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo de Áreas Rurales. (2017). La despoblación rural en España: Génesis de un problema y políticas innovadoras. (Áreas Escasamente Pobladas del Sur de Europa (SSPA)) Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de <http://sspa-network.eu/wp-content/uploads/Informe-CEDDAR-def-logo.pdf>
- Córcoles, C., Díaz, P., & Villar, G. (2017). ¿Nos vamos? ¿O nos quedamos? Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de <https://medialab-prado.github.io/flujos-demograficos-interior-españa/provincias.html>
- Dorst, K. (2017). Innovación y Metodología: Nuevas formas de pensar y diseñar. (M. d. García Jiménez, Trad.) Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: Experimenta Editorial.
- Instituto Nacional de Estadística. (Enero de 2020). Estadística del Padrón Continuo. Datos provisionales a 1 de enero de 2020. Recuperado el 8 de Septiembre de 2020, de <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t20/e245/p04/provi/lo/&file=occaa001.px&L=0>
- Instituto Nacional de Estadística. (22 de Septiembre de 2020). Proyecciones de Población 2020-2070. (Instituto Nacional de Estadística) Recuperado el 24 de Septiembre de 2020, de https://www.ine.es/prensa/pp_2020_2070.pdf
- Moreno-Díaz, C., Alía, C., Martínez, D., Ocaña, R., Bris, P., Bendito, F., y otros. (2019). Interpretación de la metodología Design Thinking aplicada a asignaturas de proyectos. Alcoi: 27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.
- Van Leeuwen, J., Rijken, D., Bloothoofd, I., Eefje, C., & Ruts, R. (2017). Investigación temática en el proceso para la creación de marcos de referencia. El diseño de la innovación (74), 5-10.

Aplicación de la metodología Just in Time Teaching (JiTt) en la asignatura de Tecnología Eléctrica

José Antonio Hidalgo Calero^a, Raquel Jurado Merchán^a y
Julio Alberto López-Gómez^a

JoseAntonio.Hidalgo@alu.uclm.es; Raquel.Jurado@uclm.es; JulioAlberto.Lopez@uclm.es

^aEscuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Plaza Manuel Meca s/n, 13400,
Almadén, España

ABSTRACT

The implementation of information and communication technologies (ICTs) in society in general and in education in particular, has meant a change in the way of understanding teaching. Today, there are a multitude of tools that facilitate the integration between traditional teaching and new methodologies and emerging technologies.

In this context, the just-in-time teaching methodology, JiTT, has been implemented in the subject of Electrical Technology belonging to the degree in Electrical Engineering. This methodology is characterised by providing students with the contents in such a way that they can be consumed by them and used to prepare the class in which, together with the teacher, problems, practical cases and doubts are solved. The creation of the learning objects used by the students has been implemented with the free software eXeLearning. After two years of applying this methodology and these materials in the Electrical Technology course, we have seen, on the one hand, an increase in student motivation and, on the other hand, an improvement in academic results in the written assessment tests.

Keywords: ITCs, Electrical Tecnology, Just In Time Teaching, eXeLEarning.

RESUMEN

La implantación de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) en la sociedad en general y en la educación en particular, ha supuesto un cambio en la manera de entender la enseñanza. Hoy en día, existen multitud de herramientas que facilitan la integración entre la enseñanza tradicional y las nuevas metodologías y tecnologías emergentes. En este contexto, se ha implementado la metodología de enseñanza justo a tiempo, JiTT por sus siglas en inglés, en la asignatura de Tecnología Eléctrica perteneciente al grado en Ingeniería Eléctrica. Esta metodología se caracteriza por proporcionar a los estudiantes los contenidos de tal forma que puedan ser consumidos por ellos y utilizados para preparar la clase en la que, junto con el profesor, se realizan problemas, casos prácticos y se resuelven dudas. La creación de los objetos de aprendizaje utilizados por los estudiantes se ha implementado con el software libre eXeLearning. Después de dos cursos aplicando esta metodología y estos materiales en la asignatura

de Tecnología Eléctrica, se ha comprobado, por una parte, el aumento de la motivación de los estudiantes y, por otro, la mejora de los resultados académicos en la realización de las pruebas escritas de evaluación.

Palabras clave: TICs, Tecnología Eléctrica, Enseñanza Justo a Tiempo, eXeLearning.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos que históricamente han preocupado a la comunidad educativa son los numerosos casos de fracaso y la consecuente deserción escolar entre los jóvenes. Ante esta situación, algunos Estados han comenzado a diseñar profundos procesos de mejora para aumentar la retención en los primeros años de estudios universitarios (Merlino, Ayllón, & Escanés, 2011). Entre las medidas aplicadas, destacan: prestar una orientación vocacional en las etapas educativas previas; una mejor sincronía entre educación media y superior; evaluar y adaptar los planes curriculares; formar a los docentes y ofrecer al estudiante una educación personalizada; implementar nuevas tecnologías y metodologías de enseñanza y fomentar con ayudas económicas el acceso a la universidad (Fernández de Morgado, 2009).

En la educación tradicional, primaban los aspectos teóricos y la poca o nula existencia de clases prácticas. El éxito de esta metodología requiere de disciplina y obediencia, ofreciendo una imagen impositiva, coercitiva, autoritaria, que hoy en día se conoce como escuela tradicional (Del Mar Escalona, 2017).

En este trabajo se presenta la implementación de la metodología de enseñanza justo a tiempo JITT aplicada a la docencia en la asignatura Tecnología Eléctrica del grado en Ingeniería Eléctrica. Esta experiencia, desarrollada en dos cursos académicos, se ha caracterizado por el desarrollo de objetos de aprendizaje para que los estudiantes pudieran preparar el contenido de las sesiones antes de acudir a clase, de forma que en ellas se pudiera aprovechar el tiempo para la resolución de supuestos prácticos, problemas y dudas.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente forma: en la sección 2, se describe la metodología de enseñanza justo a tiempo JITT así como trabajos recientes de desarrollo y aplicación de la misma. La sección 3 describe la creación y generación de los objetos de aprendizaje mediante la aplicación eXeLearning. La experiencia desarrollada en la asignatura de Tecnología Eléctrica es descrita en la sección 4, mientras que los resultados obtenidos se detallan en la sección 5. Finalmente, la sección 6 describe las principales conclusiones y trabajos futuros derivados de esta experiencia educativa.

2. JITT. ENSEÑANZA JUSTO A TIEMPO

La enseñanza justo a tiempo es una adaptación en el ámbito educativo de la metodología JIT. Este concepto fue llevado a las aulas en la década de los noventa por profesores universitarios en Estados Unidos. Está basado en la idea de un mayor aprovechamiento del tiempo en clase mediante la realización de tareas y un trabajo autónomo por parte de los estudiantes a través de recursos educativos digitales. En esencia lo que se pretende, es conseguir que el alumnado comience cada una de las sesiones habiendo estudiado los contenidos con antelación y de manera individual. De este modo llegan con unas nociones previas sobre los conceptos que se van a impartir durante la unidad.

La mejora tanto en participación como en los resultados académicos es palpable, tal y como muestran proyectos de aplicación como 'Just in Time Teaching': Una herramienta para acercar la geología a los estudiantes, de Rafael Pérez-López, Aguasanta M. Sarmiento, Carlos R. Cánovas y José Miguel Nieto, o estudios realizados por el departamento del Área de Inmunología de la UAH en diversas materias.

3. EXELEARNING: CREACIÓN DE OBJETOS DIGITALES DE APRENDIZAJE

La Enseñanza Justo a Tiempo tiene como fin conseguir la implicación del estudiante en su propio aprendizaje y que se sienta partícipe en el proceso al tener que realizar un trabajo autónomo y tutorizado.

3.1. Secuencia de aplicación

El proceso que sigue esta metodología se muestra en la siguiente figura:



Figura 1. Elementos presentes en Metodología JiTT.

Esta técnica recibe el nombre de Justo a Tiempo porque se entrega al alumno el material que necesita justo cuando lo necesita. Se pasa del contenido general o estándar a un contenido personalizado o a la carta (Agora Abierta, 2015).

El profesor proporciona los apuntes a los alumnos con antelación para que los estudien por su cuenta y respondan a cuestionarios. De este modo, dispone del *feedback* (retroalimentación) que estos últimos le han proporcionado antes de clase para poder prepararla (Prieto Martín, 2013).

Para ello, y previamente, se requiere de la creación de los objetos de aprendizaje. Un objeto de aprendizaje es un conjunto de recursos digitales, autocontenido y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por: contenidos y actividades de aprendizaje (Rojas Colque, Santa Cruz Pérez, Vilacita Agudo, & Zurita Vásquez, 2014).

3.2. Creación de contenidos. eXeLearning

Los objetos de aprendizaje con los que los alumnos trabajan antes, durante y después de cada unidad didáctica han sido creados con eXeLearning. Es un software gratuito de creación de contenidos educativos. La descarga e instalación del mismo se puede realizar directamente desde su sitio web www.exelearning.net (Jiménez Reyes, Jáimez Toro, & Gómez López, s.f.).

Estos objetos de aprendizaje admiten archivos como .txt, .xls, .pdf, etc y son exportables a una gran variedad de formatos, como son HTML, SCORM, e IMS.



Figura 2. Creación de contenidos.

3.3. Objetos de aprendizaje

Durante la aplicación de la metodología en la asignatura de Tecnología Eléctrica a lo largo del curso 2019-20 se han creado diversos recursos como cuestionarios previos de introducción a la unidad didáctica, un archivo de teoría e ideas clave con vídeos explicativos, un archivo con problemas relacionados y su resolución en vídeo, un cuestionario final y por último un archivo dedicado a la realización de prácticas en el laboratorio. La siguiente figura muestra un ejemplo de creación de uno de los cuestionarios.

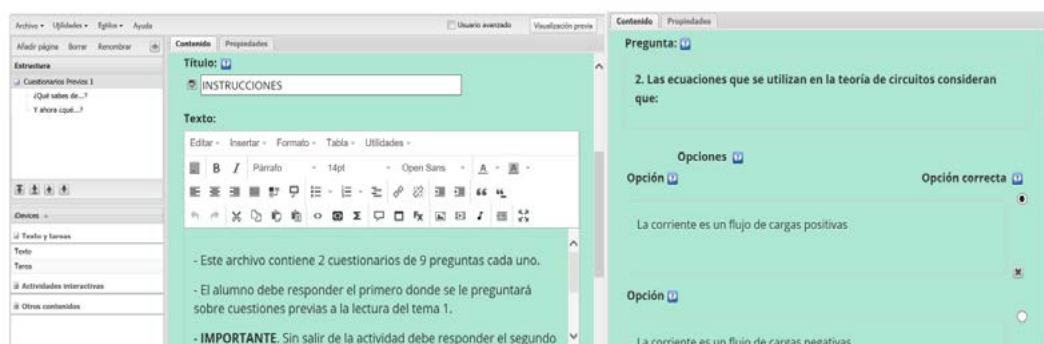


Figura 3. Cuestionarios.

4. IMPLEMENTACIÓN: TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

Para llevar a cabo el proyecto educativo, se ha seguido un ciclo de trabajo que constaba de los siguientes pasos:



Figura 4. Implementación metodología JITT.

- Una semana antes del comienzo de cada unidad didáctica se sube a Moodle el paquete SCORM con los contenidos creados.
- Los alumnos realizan una lectura previa del tema.
- Se abren los dos cuestionarios donde los alumnos ponen a prueba los conocimientos previos y posteriores a la visualización de los vídeos de ayuda. Estos se cierran el día anterior al comienzo de cada capítulo.
- Explicación de los contenidos en clase, resolución de dudas y realización de ejercicios prácticos.
- Tras la finalización del tema se abre un cuestionario final donde se comprueba la adquisición de conceptos clave. Este se cierra una semana después de la apertura.

5. RESULTADOS

Tras la finalización del primer cuatrimestre del curso 2019-2020 se han tenido en cuenta varios aspectos a la hora de evaluar la eficacia de la metodología justo a tiempo.

El primero de ellos ha sido el resultado académico obtenido por cada uno de los alumnos durante el mismo. El siguiente aspecto que se ha tenido en cuenta ha sido el grado de acogida por parte de los alumnos de la herramienta utilizada. Por último, se pidió a la profesora titular y que imparte la asignatura una valoración personal sobre la metodología aplicada.

5.1. Calificaciones finales

Para calificar a los estudiantes, se han ponderado las puntuaciones obtenidas en las diferentes actividades realizadas, como son: cuestionarios, prácticas de laboratorio, pruebas escritas, etc. A continuación, se muestra la nota media final de los aprobados en cada curso académico en convocatoria ordinaria.

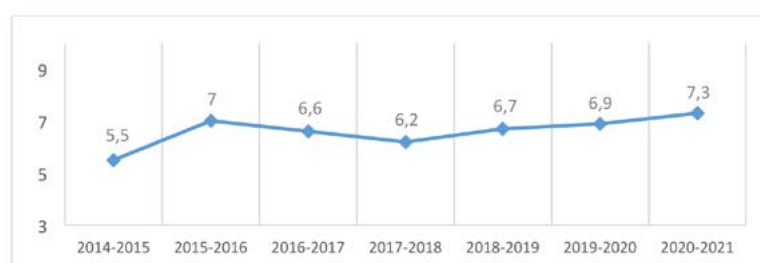


Figura 5. Nota media de aprobados en Convocatoria Ordinaria.

Como se observa en la figura 5, las calificaciones medias de los alumnos en los dos cursos académicos en los que se ha implantado la metodología Justo a Tiempo han mejorado sensiblemente respecto a cursos anteriores.

5.2. Valoración de los alumnos

Para conocer el grado de aceptación por parte de los alumnos se abrió en la plataforma Moodle una encuesta de satisfacción donde estos podían expresar de manera anónima sus impresiones y añadir sugerencias de mejora. Las cuestiones se valoran en una escala numérica de cero a diez, siendo cero el valor que indica un mayor nivel de desacuerdo y diez el valor máximo. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 1. Encuesta de valoración de la metodología J.I.T.T.

Alumno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Media
¿Te han servido de ayuda los cuestionarios previos para motivarte de cara al estudio de cada tema?	7	7	7	6	10	7	8	8	7	7.44
¿Te han servido los vídeos de los cuestionarios previos para entender conceptos que desconocías?	8	9	9	6	9	5	9	7	2	7.11
¿Te han parecido adecuados los vídeos?	8	10	9	7	10	5	8	-	3	7.5
¿Crees que los cuestionarios previos y vídeos han ayudado a una mejor comprensión de la materia?	8	7	9	8	10	1	8	8	5	7.11
¿Te han resultado de utilidad los vídeos de resolución de ejercicios?	9	10	9	6	6	9	9	9	4	7.89

¿Te han resultado de utilidad los apartados de “Ideas clave”?	9	8	5	6	8	0	9	8	5	6.44
¿Te han sido útiles los cuestionarios finales de cada tema para enfatizar los conceptos más importantes a tener claros?	7	6	7	5	10	8	8	8	6	7.22
¿Te han resultado útiles los vídeos previos a las prácticas para preparar el desarrollo de las mismas?	7	7	8	7	10	0	8	8	4	6.56
En general, ¿qué valoración le darías a esta metodología?	8	8	8	6	8.7	5	9	8	6	7.25

5.3. Valoración del profesor

La asignatura de Tecnología Eléctrica, a pesar de ser una asignatura básicamente de fundamentos en la que necesariamente han de apoyarse asignaturas programadas con posterioridad en el plan de estudios, tiene una componente muy cercana a aspectos con los que nos relacionamos en nuestro día a día. En ocasiones, corremos el peligro de centrarnos en exceso en la teoría y en los formalismos matemáticos y alejar la materia de su relación con aspectos reales y cotidianos. Los cuestionarios previos que se han habilitado contribuyen a mostrar a los estudiantes muchos de los conceptos que se trabajarán durante la unidad. Así, cuando el profesor comienza la exposición del tema, ya no tiene delante una mente en blanco abierta a escuchar, sino mentes con dudas que les habrán surgido tras las preguntas planteadas en los cuestionarios previos.

Los videos explicativos facilitan la tarea del docente ya que permiten avanzar con mayor rapidez dado que, tras su visualización, los alumnos deben haber entendido conceptos que forman parte de los contenidos de la asignatura. Además, permiten hacer referencia a los mismos para ejemplificar, aclarar conceptos, etc.

En cuanto a los vídeos explicativos de resolución de ejercicios, también permiten ganar tiempo en la asignatura, ya que, una vez explicados una serie de ejercicios, los alumnos disponen de un amplio catálogo de problemas resueltos que les permitirán ejercitarse y adquirir destreza en la resolución de los mismos.

En lo que respecta a la parte de prácticas de laboratorio, el disponer de vídeos como recursos explicativos del material que se va a utilizar y los conceptos que se van a trabajar, permite que las sesiones de prácticas sean más fluidas y puedan dedicarse a lo fundamental, que es el desarrollo práctico en el laboratorio. Igualmente, como ocurre con los contenidos teóricos, disponer de este material previamente a la realización de las prácticas contribuye a despertar el interés en los alumnos.

En cuanto a los cuestionarios finales de cada tema, son de mucha utilidad para que los docentes tengamos información de si los alumnos han entendido y asimilado los conceptos más importantes.

La evaluación de estas actividades como parte de la calificación, permite realizar una verdadera evaluación continua del progreso de los alumnos en la materia.

También sería de utilidad implementar, con la misma herramienta, contenidos de otras asignaturas en las que se traten temas que requieran de conceptos y técnicas aprendidas en Tecnología Eléctrica, para ejemplificar cómo, basándonos en estas técnicas, podemos afrontar con garantías esos contenidos más avanzados. Así, se podría acortar la brecha que a veces existe entre unas materias y otras.

A modo de conclusión, se puede afirmar que, de cara al docente, la herramienta resulta de gran utilidad.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El modelo propuesto, como se ha visto durante el texto, se basa en introducir una nueva manera de llevar a cabo la labor educativa. Tras la aplicación de la metodología JiTT se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Ha habido un aumento de la motivación por parte de los estudiantes. Esto queda plasmado tanto en la participación de las actividades como en la acogida que han dado a la herramienta.
- El docente ha dispuesto de más tiempo y de mayor calidad para llevar a cabo la exposición de contenidos convirtiendo las clases más dinámicas.
- Los resultados académicos han mejorado sensiblemente con respecto a cursos anteriores.

La línea de continuación de este trabajo es la implantación de esta metodología en cursos venideros en Tecnología Eléctrica así como en otras asignaturas. Este proceso, prolongado en el tiempo durante unos años, permitirá comprobar su eficacia y también adoptar las medidas oportunas para la continua mejora.

REFERENCIAS

- Agora Abierta*. (10 de Enero de 2015). Obtenido de <https://www.agorabierta.com/2015/01/aprendizaje-justo-tiempo-jit/>
- Del Mar Escalona, L. (26 de Junio de 2017). *Blog de Lili Del Mar*. Obtenido de <http://lilidelmar.blogdiario.com/1498491046/cuales-son-lasprincipales->
- Fernández de Morgado, N. (2009). Retención y persistencia estudiantil en instituciones de educación superior: una revisión de la literatura. *Paradigma*, 30, 39-62.
- Hidalgo Calero, J. A. (2020). *Metodología J.I.T.T aplicada a Tecnología Eléctrica*. Almadén.
- Jiménez Reyes, J. R., Jáimez Toro, N., & Gómez López, J. (s.f.). *exelearning.net*. Obtenido de http://exelearning.net/html_manual/cursomaterialesfp/2_exelearning/index.html
- Merlino, A., Ayllón, S., & Escanés, G. (2011). Variables que influyen en la deserción de estudiantes universitarios de primer año. Construcción de índices de riesgo de abandono. *Actuaciones investigativas en educación*, 1-30.
- Prieto Martín, A. (10 de Septiembre de 2013). *theflippedclassroom*. Obtenido de <https://www.theflippedclassroom.es/como-lograr-que-los-alumnos-adopten-un-papel-activo-en-su-aprendizaje-flipping-classroom-with-just-in-time-teaching/>
- Rojas Colque, R. N., Santa Cruz Pérez, D., Vilacita Agudo, R., & Zurita Vásquez, F. (24 de Junio de 2014). *Telemáticos Educativos*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/telematicoseducativos/c-unidad-iii/i-que-son-los-objetos-de-aprendizaje>

**OPORTUNIDADES DE INNOVACION
DOCENTE UTILIZANDO
HERRAMIENTAS TECNOLOGICAS**

Aplicación de clase invertida y gamificación para la docencia en el área de Mecánica de Fluidos

M. Díaz-Heras^a, A. Martínez-Romero^a y J.I. Córcoles^a

minerva.diaz@uclm.es; angel.mromero@uclm.es; juanignacio.corcoles@uclm.es

^aUniversidad de Castilla – La Mancha. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Campus Universitario s/n, 02071, Albacete, España.

ABSTRACT

The creation of the European Higher Education Area represents a change at the Spanish University with respect to the use of teaching methodologies commonly used. A new tool is the Flipped Learning, where students study by themselves the main concepts provided by the lecturer, and class time is used to solve doubts and to create debate about contents. The present study shows the results obtained implementing Flipped Learning in Fluid Mechanics area, for second year undergraduate and first-year master's degree students related to Industrial Engineering. This experience was implemented in the Industrial Engineering School at the University of Castilla- La Mancha (Albacete, Spain). It was applied to Fluid Mechanics and Fluids Engineering subjects during 2020/2021 course, with 45 and 15 students, respectively. Approximately, 30% of the students consider that they are able to solve the proposed activity without difficulties. To increase student's motivation, low difficulty problems should be provided, increasing its difficulty progressively. According to the high marks obtained for most of the students, this activity might be considered successful.

Keywords: inductive teaching, flipped learning, motivation, fluid mechanics

RESUMEN

El nuevo marco Espacio Europeo de Educación Superior supone en la Universidad española un cambio con respecto a las metodologías de enseñanza y evaluación habitualmente aplicados en la Universidad. Una nueva metodología es el Aula Invertida, donde los alumnos estudian por sí mismos los conceptos teóricos que el docente les facilite y el tiempo de clase es aprovechado para resolver dudas e iniciar debates relevantes con el contenido. En este trabajo se muestran los resultados sobre el uso del Aula Invertida aplicada en el área de Mecánica de Fluidos, para alumnos de segundo curso de Grado y primer curso de Máster relacionados con la Ingeniería Industrial. Este estudio se desarrolla en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Albacete, en la Universidad de Castilla-La Mancha. Se aplica a las asignaturas de Mecánica de Fluidos e Ingeniería de Fluidos durante el curso 2020/2021, con 45 y 15 alumnos, respectivamente. Alrededor del 30% de los alumnos consideran que han podido desarrollar la

tarea sin dificultades. Para introducir estas metodologías y motivar a los alumnos es aconsejable plantear ejercicios de dificultad baja, incrementándola en ejercicios sucesivos para mantener la motivación. Cabe destacar el éxito de esta actividad, en base a las altas calificaciones obtenidas por la mayoría de los estudiantes.

Palabras clave: aprendizaje inductivo, aula invertida, motivación, mecánica de fluidos

1. INTRODUCCIÓN

El nuevo marco Espacio Europeo de Educación Superior supone en la Universidad española una modificación de diversos aspectos, no sólo relativos a la duración y denominación de las titulaciones oficiales, o al cómputo de créditos (desglosados en presenciales y no presenciales), sino también un cambio con respecto a las metodologías de enseñanza y evaluación habitualmente aplicados en la Universidad española (MEC, 2006). Varias herramientas y metodologías educativas se enfocan en promover procesos de aprendizaje activo. Una de estas metodologías es el desarrollo del Aula Invertida (Flipped Learning, FL) (Garza, 2004; Findlay et al., 2004). Se trata de un enfoque pedagógico que permite a los docentes crear un entorno de aprendizaje interactivo, promoviendo actividades dinámicas en clase (Pierce y Fox, 2012).

El FL es un método de enseñanza cuyo principal objetivo es que el alumno asuma un rol mucho más activo en su proceso de aprendizaje que el que venía ocupando tradicionalmente (Berenguer, 2016). Los alumnos estudiarán por sí mismos los conceptos teóricos que el docente les facilite y el tiempo de clase será aprovechado para resolver dudas, realizar prácticas e iniciar debates relevantes con el contenido (Wasserman, 2015).

Esta metodología está basada en 4 aspectos fundamentales:

- Ambiente flexible. Permite una variedad de modos de aprendizaje, donde se crean espacios flexibles en los que los estudiantes eligen cuándo y dónde ellos aprenden.
- Cultura de aprendizaje. En el modelo tradicional el profesor es la principal fuente de información, mientras que en el FL es el alumno. Los estudiantes están activamente involucrados en la construcción del conocimiento.
- Contenido intencional. El profesor piensa en cómo pueden utilizar esta metodología para ayudar a los estudiantes a desarrollar la comprensión y fluidez de resolución de problemas. Determina qué necesita enseñar y qué materiales deben explorar los estudiantes.
- Educador Profesional. El papel de un educador profesional es aún más importante y, a menudo, más exigente, en un FL que en una tradicional. Durante el tiempo de clase, observan continuamente a sus estudiantes, proporcionándoles retroalimentación relevante en el momento, y evaluando su trabajo.

El objetivo de este trabajo es presentar los primeros resultados sobre el uso de la metodología de FL aplicada en el área de Mecánica de Fluidos, en un curso de Grado y otro de Máster relacionados con la Ingeniería Industrial. Este estudio se desarrolla en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Albacete, en la Universidad de Castilla-La Mancha. Se aplica a las asignaturas de Mecánica de Fluidos e Ingeniería de Fluidos durante el curso académico 2020/2021, que cuentan con 45 y 15 alumnos, respectivamente.

2. METODOLOGÍA

La presente experiencia se ha realizado en dos cursos diferentes dentro de las titulaciones impartidas en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Albacete. Es el caso

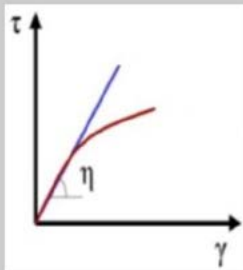
de la asignatura obligatoria de Mecánica de Fluidos impartida en el segundo curso del Grado en Ingeniería Mecánica (con alrededor de 45 alumnos) y la asignatura obligatoria de Ingeniería de Fluidos perteneciente al primer curso del Máster en Ingeniería Industrial (con 15 alumnos).

Atendiendo a diversas fuentes psicopedagógicas (Liu y Lipowski, 2021; Hsiao y Su, 2021), los entornos de aprendizaje deben atender en todo momento al grado de motivación del alumno. Sobre la motivación, existen distintas teorías. Sin embargo, cabe destacar la Teoría de la motivación de logro planteada por McClelland y Atkinson (1953), en la cual, los alumnos se pueden separar en dos grupos: los que tienden al éxito o los que evitan el fracaso. Ante tal situación, se ha propuesto una metodología de trabajo individual para favorecer la tendencia al éxito, destacándose el papel del profesor como guía y orientador de la tarea a realizar. Dichas actividades individuales conllevan cierta dedicación en casa, permitiendo la adquisición de la independencia cognoscitiva. Según diversas fuentes (Román-Cao, 2010), este tipo de actividades favorecen un aprendizaje activo y de calidad, aprovechando al máximo el tiempo dedicado en clase.

El trabajo individual fue combinado con herramientas de gamificación, para favorecer la motivación del alumnado y conocer al instante una puntuación simbólica sobre los aspectos previamente estudiados en casa, teniendo una rápida retroalimentación sobre el esfuerzo recientemente dedicado por ellos mismo a dicha labor.

Para los alumnos del Grado en Ingeniería Mecánica, se dieron unas nociones generales en clase sobre los distintos tipos de fluidos existentes según su comportamiento reológico, indicando una posible evaluación de lo aprendido unos días después. La tarea principal del trabajo individual del alumno consistía en leer y asimilar información disponible en campus virtual, en la cual existían preguntas sin respuesta para acrecentar su curiosidad y poder usar la navegación en web para completar dicha información. Posteriormente, en clase, se realizó de manera individual, un cuestionario en Socrative (Tabla 1). La ventaja de usar las herramientas de gamificación son cuantiosas; de entre ellas, se puede destacar la rápida respuesta de los alumnos al conocer la calificación de manera inmediata tras realizar el cuestionario, permite comentar en clase errores generales e incluso dar la clase con una base más avanzada de conocimiento de la materia preadquirido por parte del alumno. Esto último, se conoce como clase invertida (Garza, 2004; Findlay et al., 2004), se ofrece el material a estudiar al alumno con escasas nociones y, posteriormente, se explica enfocando la clase a conceptos más complejos o donde mayor índice de respuestas erróneas existe.

Tabla 1. Cuestiones planteadas en el cuestionario en la asignatura del Grado

Cuestiones	Respuestas posibles
1. En la siguiente figura se muestra el esfuerzo cortante frente a la deformación de dos materiales. Podrías indicar qué tipo de material es el representado en la línea Azul. 	a. Pseudoplásticos
	b. Dilatante
	c. Newtoniano
2. En la figura anterior se muestra el esfuerzo cortante frente a la deformación de dos materiales. Podrías indicar qué tipo de material es el representado en la línea Roja.	a. Newtoniano
	b. Pseudoplástico
	c. Dilatante

3. ¿Cómo se denomina al fluido cuya viscosidad disminuye al aumentar la tasa de deformación?	a. Newtoniano
	b. Pseudoplástico
	c. Dilatante
4. ¿Cómo se denomina al fluido cuya viscosidad aumenta al aumentar la tasa de deformación?	a. Newtoniano
	b. Pseudoplástico
	c. Dilatante
5 Las arenas movedizas son fluidos no newtonianos (pseudoplásticos).	a. Verdadero
	b. Falso
6. Los fluidos plásticos ahn de vencer un umbral de esfuerzo para empezar a fluir.	a. Verdadero
	b. Falso
7. Indica que fluido es no newtoniano	a. Cerveza
	b. gasolina
	c. zumos concentrados
	d. aire
8. Indica a qué tipo de fluido se refiere la gráfica "b".	a. dilatantes
	b.
	c. newtonianos
9. El fluido representado en las gráficas anteriores como (a), corresponde con el comportamiento de un pseudoplástico.	a. Verdadero
	b. Falso
10. La miel es un fluido newtoniano.	a. Verdadero
	b. Falso

En el caso de la asignatura del Máster en Ingeniería Industrial, a los alumnos se les plantea un caso práctico en el que deben clasificar diferentes fluidos atendiendo a su comportamiento reológico. Para el desarrollo del problema a los alumnos se les proporciona una serie de medidas de viscosidad realizadas con un reómetro. Los alumnos deben utilizar esa información para contestar una serie de cuestiones (Tabla 2).

Tabla 2. Cuestiones planteadas para la resolución del problema en la asignatura del Máster

Cuestiones
1. Representa el comportamiento reológico de los fluidos gráficamente.
2. Indica los tipos de fluidos que representan.
3. Realiza un ajuste de las representaciones obtenidas en estos fluidos, obteniendo sus constantes reológicas.
4. Determina la viscosidad aparente cuando se le apliquen gradientes de 10 s^{-1} , 15 s^{-1} , y 20 s^{-1}
5. Discutir los resultados obtenidos

En esta actividad, los alumnos no han recibido ninguna formación relacionada con el comportamiento reológico de los fluidos, tan sólo una breve introducción realizada por el profesor durante una clase magistral previa. Se les aporta una información previa muy genérica, pero que les sirve de base para el correcto desarrollo de la actividad.

Durante el desarrollo de la actividad, los alumnos deben buscar la información necesaria para su resolución a título individual, si bien pueden colaborar entre ellos durante el desarrollo de la misma en grupos de un máximo de 5 alumnos. Disponen de un tiempo máximo de 2 horas

para su realización y presentación de los resultados finales. La entrega de los cuestionarios se realiza a través de la herramienta de gamificación Socrative. Una vez desarrollada la actividad, los alumnos de ambas asignaturas deben contestar a un cuestionario de valoración final de la actividad, en la que se incluyen las cuestiones indicadas en la Tabla 3.

3. RESULTADOS

En líneas generales, la metodología planteada ha sido escogida como preferente por los alumnos (Tabla 3), especialmente por los alumnos de Grado, donde aproximadamente el 80% la prefieren con respecto a las clases tradicionales, si bien los alumnos de Máster no muestran predilección por ninguna de las dos metodologías. En cualquier caso, la actividad se valora positivamente, donde más del 80% de los alumnos indicaron que proporciona nuevos conocimientos. Quizás el nivel de dificultad puede ser una razón por la que se prefiera el método tradicional opinando casi la mitad de los alumnos de Grado que el ejercicio era sencillo, frente al 8% de los alumnos de Máster. La tendencia al éxito individual de evidencia con la calificaciones obtenidas para Grado y Máster, donde la calificación media global de clase para cada caso es de 6,91 y 9,70, respectivamente. Dicho rango de calificaciones indica el alto grado de comprensión de los conceptos teóricos. Asimismo, cabe destacar que, aproximadamente, sólo el 30% de los alumnos consideran que han podido desarrollar la tarea sin dificultades, tales como la falta de tiempo, o la no comprensión de los enunciados.

Tabla 3. Resultados de las cuestiones planteadas tras la finalización de las actividades.

Cuestiones	Opción	Grado	Master
¿Estas de acuerdo con la siguiente afirmación ? “Prefiero la metodología de clases magistrales a la planteada en esta tarea”	-Si -No	81% 19%	50% 50%
El desarrollo de esta actividad me ha aportado nuevos conocimientos	-Aporta muchos conocimientos nuevos -Aporta algunos conocimientos nuevos -No me ha aportado nuevos conocimientos	36% 60% 4%	42% 42% 16%
Indica la dificultad de esta actividad, considerando 1 como poco difícil y 5 como muy difícil	- Poco difícil - Dificultad media - Difícil - Muy difícil	39% 54% 7% 0%	8% 75% 17% 0%
Destaca la principal dificultad que has encontrado en el desarrollo de esta actividad	-No he seguido las recomendaciones del profesor y no he leído las diapositivas previamente -Problema con la comprensión de los conceptos teóricos -Falta de tiempo -Ninguna -Otras dificultades no incluidas (indica cual)	17% 21% 13% 32% 17%	8% 8% 15% 38% 31%
En general, consideras que esta metodología ayuda a comprender conceptos	-Sí -Sí, pero ayudaría algo mas de tiempo dedicado. -No -No, de hecho, preferiría el método tradicional.	64% 32% 4% 0%	50% 42% 8% 0%

¿Qué calificación general le das a esta tarea?	-Excelente 9-10	0%	0%
	-Notable 7- 8	0%	75%
	-Suficiente/Bien 5- 6	13%	17%
	-Deficiente 3- 4	67%	8%
	-Muy deficiente 0-3	20%	0%

4. CONCLUSIONES

Este trabajo muestra los resultados obtenidos durante la aplicación de la metodología de enseñanza de Aula Invertida, donde se realiza un proceso de aprendizaje diferente que permite una mayor autonomía a los estudiantes situándolos en el centro del proceso de aprendizaje. Esta herramienta fomenta la motivación del proceso de enseñanza-aprendizaje y dispone de grandes ventajas, en comparación con el método de enseñanza tradicional basado en la clase magistral. Sin embargo, conlleva un sobreesfuerzo y mayor tiempo de dedicación al docente para su preparación, debiendo preparar adecuadamente el material para garantizar su correcta aplicación.

Entre las principales resultados obtenidos con esta metodología, cabe destacar el aumento de la motivación de los alumnos, si bien este efecto no es extensible a la totalidad del grupo, puesto que como principal inconveniente a tener en cuenta cabe destacar la reticencia del alumno al uso de esta metodología, puesto que lo aleja de su zona de confort habitual y deben preverse problemas de infraestructura (no acceso a un ordenador o móvil para realizar el cuestionario). Es importante plantear de forma clara y concreta los enunciados en las tareas, explicando las pautas fundamentales a seguir para el desarrollo de las actividades y así concretar el problema planteado. De esta forma se podría aumentar el bajo número de alumnos que desarrollan la actividad sin dificultades añadidas, tales como la falta de tiempo o la resolución de un problema no planteado. Además se debe concretar en las preguntas si se pueden seleccionar varias opciones y en respuestas del tipo “otros/as” si se pide especificar cuáles.

Para introducir estas metodologías y motivar a los alumnos puede que deban plantearse ejercicios de dificultad baja, incrementándola en ejercicios sucesivos para mantener la motivación. Otro detonante del aumento de la motivación radica en las excelentes calificaciones obtenidas y rapidez en la retroalimentación, con la calificación automática tras realizar la tarea.

REFERENCIAS

- Berenguer, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom. En M. Tortosa, S. Grau y J. Álvarez (Ed.), XIV Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria. Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares. (pp. 1466- 1480). Alicante, España: Universitat d'Alacant. ISBN: 978-84-608-7976-3.
- Findlay, S., Mombourquette, P. (2014). Evaluation of a flipped classroom in an undergraduate business course. *Business Education and Accreditation*, 6 (1), 63-71.
- Garza, S.A. (2004). The Flipped Classroom Teaching Model and its Use for Information Literacy Instruction, *Communications in Information Literacy*, 8 (1), 7-22.
- Hsiao, P. W., Su, C. H. (2021). A Study on the Impact of STEAM Education for Sustainable Development Courses and Its Effects on Student Motivation and Learning. *Sustainability*, 13(7), 3772.

- Liu, T., Lipowski, M. (2021). Sports gamification: Evaluation of its impact on learning motivation and performance in higher education. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1267.
- McClelland, D. C., Atkinson, J. W., Clark, R. A., Lowell, E. L. (1953). The achievement motive. New York, 5.
- Ministerio de Educación y Ciencia. (2006). Propuesta para la renovación de las metodologías educativas en la Universidad. *Edigrafos, S.A.*
- Pierce, R., Fox, J. (2012). Vodcasts and active-learning exercises in a “flipped classroom” model of a renal pharmacotherapy module. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 76 (10), 1-5.
- Román-Cao, E., Herrera-Rodríguez, J. I. (2010). Aprendizaje centrado en el trabajo independiente. *Educación y educadores*, 13(1), 91-106.
- Wasserman, N., Quint, C., Norris, S., Carr, T. (2015). Exploring Flipped Classroom Instruction in Calculus III. *Int J of Sci and Math Educ*, 15, 545-568. DOI 10.1007/s10763-015-9704-8.

Métodos Interactivos: Realidad Virtual y Realidad Aumentada como Metodologías en el Aula

Izan Catalán Gallach^a, Eva Pacual Domínguez^b,
Valentin Medina Mendoza^c, Julio Soria Armengol^d

jpcatalan2@hotmail.com; evapascualdominguez@gmail.com; vamedina@uv.mx;
evapascualdominguez@gmail.com

^aDepartamento Disca, UPV, España. C/. Remolino 14. 46164 Pedralba. España

^bCentro de Estudios Doceo. C/. Dos de Abril, 49. 46006 Valencia. España.

^cFacultad Ciencias Biológicas y Agrícolas. Universidad Veracruzana. Benito Juárez 55,
Zona Centro, 91000 Xalapa-Enríquez, Veracruz, México

^dCentro de Estudios Doceo. C/. Dos de Abril, 49. 46006 Valencia. España.

ABSTRACT

The introduction of computer science, Virtual Reality and Augmented Reality in the pedagogical process, causes changes in the way of teaching and learning; rationalizes and optimizes the activities of the teacher and the student, becoming a means for the achievement of educational objectives. Trans-posing this to the educational field allows a more complete, emotional, interactive and creative learning, which also motivates with immersive and interactive experiences. and to better develop practical activities. We want to: build methodological strategies that meet the needs of teachers and students; generate virtual experiences located in immersive scenarios of the knowledge to be imparted that show the simulated real complexities to know them more; and to publicize the importance of computer science today as a methodological mechanism approved in the classroom to adequately impart the contents of the subjects. We achieve: faster and longer-lasting learning; di-námicas, participative classes that encourage the interest and creativity of the student. In short, personalize education and enable the inclusion of diverse students in the classroom.

Keywords: Computing, Virtual Reality, Augmented Reality, Methodology, Immersive Teaching

RESUMEN

La introducción de la informática, la Realidad Virtual y Realidad Aumentada en el proceso pedagógico, provoca cambios en la manera de enseñar y aprender; racionaliza y optimiza las actividades del profesor y el estudiante, convirtiéndose en un medio para el logro de los objetivos educativos. Transportar esto al ámbito educativo permite un aprendizaje más completo, emocional, interactivo y creativo, que además motiva con experiencias inmersivas e interactivas.

y desarrollar mejor las actividades prácticas. Queremos: construir estrategias metodológicas que cubran las necesidades de docentes y estudiantes; generar experiencias virtuales ubicadas en escenarios inmersivos propios del conocimiento a impartir que muestren las complejidades reales simuladas para conocerlas más; y dar a conocer la trascendencia que tiene la informática en la actualidad como mecanismo metodológico apropiado en el aula para impartir de manera adecuada los contenidos de las asignaturas. Conseguimos: aprendizaje más rápido y duradero; clases dinámicas, participativas que fomentan el interés y la creatividad del alumnado. En definitiva personalizar la educación y posibilitar la inclusión del alumnado diverso en el aula.

Palabras clave: Informática, Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Metodología, Enseñanza Inmersiva

1. INTRODUCCIÓN

La realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) son las tecnologías más innovadoras y eficientes en el aprendizaje práctico y resolutivo, implementarla en la educación universitaria permite a los estudiantes acceder a nuevos recursos y metodologías y a los docentes emplear herramientas con mayor potencial. El alumnado se convierte en el centro de la actividad y el profesorado ayuda y facilita el proceso facilitando el aprendizaje y la autonomía personal. Estos enfoques favorecen la formación de sujetos activos, autónomos, críticos, creativos, capaces de convivir democráticamente y de comprender el mundo circundante, de modo que promueva el cambio social, y la formación de personas críticas, comprometidas y capaces de transformar la realidad

Estas herramientas informáticas en el proceso pedagógico provocan cambios en la manera de enseñar y de aprender, ya que racionaliza y optimiza las actividades del profesor y el estudiante, convirtiéndose en un medio importante para el logro de los objetivos de la educación en la actualidad, que es lograr una metodología digital en el proceso enseñanza-aprendizaje.

La realidad virtual y la realidad aumentada están plenamente incorporadas en el mundo del ocio y videojuegos, así como en el sector de la industria, pero es el ámbito de la educación el que debe beneficiarse, desde ya, de las grandes e importantes mejoras que esta tecnología aporta tanto a docentes como a estudiantes.

El alumnado tiene que conocer y dominar los avances tecnológicos para que les lleguen esos conocimientos y evitar las discriminaciones es aquí donde la informática educativa mediante la RV y la RA se involucran en capacitar al alumnado en estas tecnologías.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

La estrategia de enseñanza está conformada por el tipo de experiencias o condiciones que el profesor realiza para favorecer el aprendizaje del alumno; en este proceso se define como se van a producir las interacciones entre los alumnos, el profesorado, los materiales didácticos, los contenidos del currículo, etc. Promovemos estas herramientas porque brindan a los alumnos una atención personalizada, equilibrada, variada y flexible como uso metodológico y son un poderoso recurso para enriquecer el acto educativo.

2.1. Las realidades inmersivas en el ámbito de la educación: Realidad Virtual y Realidad Aumentada.

Cuando hablamos de realidad virtual, hablamos de experiencias sensoriales que te transportan a un mundo virtual capaz de engañar al cerebro para hacernos sentir tensión, vértigo, ingravidez...sin movernos del sitio. Estas experiencias virtuales pueden abarcar tantas cosas

como nuestra creatividad nos permita generar. Transportar esto al ámbito educativo, es ahondar en un mundo de posibilidades tan inmenso como apasionante.

Queremos mostrar como se mejora el aprendizaje de los estudiantes, utilizando esta tecnología como aliada, que permitirá un aprendizaje más completo, emocional, interactivo y creativo, que además cuadruplica su atención y motivación con experiencias inmersivas e interactivas.

Sabemos que, en el aprendizaje educativo, y especialmente en materias del ámbito científico, a menudo es difícil, entender y asimilar, por parte de los estudiantes, determinados conceptos; ahora bien, la realidad virtual ayudará a una comprensión más rápida y duradera, pero además ayuda a los docentes a impartir esos conocimientos, ya que son útiles herramientas de comprensión y visibilización de conceptos complejos.

Con la RV y la RA se logra que los alumnos se sientan implicados en la búsqueda y descubrimiento de nuevos contenidos y conocimientos lo cual provoca una motivación por aprender y les da una participación principal y activa del aprendizaje, es decir, los alumnos convierten las horas del aula en una experiencia más divertida fomentado por el aprendizaje inmersivo y mejorando su rendimiento educativo.

2.2. La Realidad Virtual y la Realidad Aumentada en el ámbito universitario.

En la educación universitaria el uso de herramientas como la realidad virtual es aplicable gracias al gran número de opciones que esta tecnología aporta, desde experiencias más básicas hasta tecnología punta.

Tomemos como ejemplo el ámbito de la medicina. Usualmente, en los aularios, se visualizan modelos de plástico para la disposición de los órganos y huesos antes de practicar en una persona directamente la práctica. Sin embargo, existe una disonancia, ya que es muy diferente el modelo al sujeto real.

La realidad virtual permite crear experiencias fotorrealistas (ya sea a través de video de 360° o gráficos de computadora avanzados) a los alumnos para estar mejor preparados para la ocasión real, ya que permiten manipular directamente los órganos de una persona como si estuvieran en un quirófano.

En el ámbito de la Arquitectura o la Ingeniería, el alumnado puede ver virtualmente futuros edificios y revisar problemas críticos que los simples planos no pueden detectar, realizando cambios directamente sobre ese escenario virtual.

El resultado de aplicar estas tecnologías en el aprendizaje universitario son clases mucho más dinámicas, interactivas y donde se muestra la verdadera utilidad de todo lo que se aprende, además los universitarios pueden usarlo para sus propios proyectos.

Nuestro propósito es el de encauzar el aprendizaje del alumno con mayor autonomía en sus actividades. Se trata, por tanto, de iniciar un modelo interactivo que resulte eficaz en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

2.3. Objetivos.

- Se pretende buscar estrategias metodológicas que generen alternativas de cambios reales acordes a lo que se está viviendo en la actualidad con proyección de futuro.
- Construir estrategias metodológicas que llenen las expectativas y necesidades de los docentes y los estudiantes.
- Promover actividades escolares relacionadas con la informática, como son las herramientas de la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada ya que ofrecen una estupenda oportunidad para aprender y motivar a los alumnos en estas disciplinas.

- Modelar el estado y comportamiento de sistemas reales de complejidad adecuada a su edad, y representarlo mediante abstracciones informáticas.
- Proporcionar orientaciones y apoyos adecuados para el docente para que continúen desarrollando una labor divulgativa adecuada de nuevos conocimientos.
- A la par que el anterior hacer de la informática un medio inclusivo para el alumnado en general en los centros educativos que favorezca su desarrollo cognitivo.

3. METODOLOGÍA

En las aulas sería deseable promover actividades universitarias relacionadas con las tecnologías de Realidad Virtual (RV) y Aumentada (RA), robótica, programación de videojuegos o de aplicaciones móviles... pues ofrecen una estupenda oportunidad para aprender y motivar a los alumnos en esta disciplina. El profesor comunica, expone, organiza, facilita los contenidos científicos, tecnológicos, sociales e informáticos a los alumnos y estos interactúan entre sí facilitado por la informática.

Nuestra experiencia profesional nos lleva a contextualizar nuestro método interactivo en el marco de la extraordinaria capacidad de estas herramientas informáticas como elementos de aprendizaje necesario para la formación integral de nuestro alumnado, así como para mejorar práctica docente y el desarrollo profesional.

Nosotros nos proponemos maximizar las ventajas potenciales de las nuevas tecnologías, en las que se contemplan las siguientes actuaciones: adquisición, asimilación, integración y verificación. En todos estos aspectos, el elemento esencial que deben trabajar los alumnos es la simulación, hecho básico en las realidades virtuales y aumentada. A menudo se trataría de promover problemas reales o situaciones prácticas que implican el dominio de destrezas similares a las que debe manejar un profesional en su labor diaria, de forma que el clima del aula suele ser participativo y dinámico.

Se trabajan habilidades de pensamiento crítico: generar ideas, solucionar problemas, elaborar hipótesis, verificar hipótesis, tomar decisiones etc. Y se desarrollan habilidades interpersonales y de trabajo en equipo y de comunicación. Nos referimos a los momentos claves en el desarrollo de las estrategias de aprendizaje en su interacción con las tareas orientadas por el profesor en el aula.

3.1. La Realidad Virtual y Aumentada en las Metodologías Educativas.

A través de esta tecnología los alumnos pueden ampliar el desarrollo de su imaginación y creatividad y aprender. Es más, desarrollan estrategias sin saber que lo están haciendo sin que se aburran como cuando están solo ante un papel y un bolígrafo, y se hace posible en:

1. En la Metodología de observación-investigación: creando mundos virtuales donde el alumno puede modificar las características de los objetos y/o procesos de acuerdo a sus conocimientos o criterios. Laboratorios virtuales de Anatomía, Química, Física...
2. En la Metodología Tutorial: creando un mundo virtual donde se muestran las características físicas y químicas de los elementos.
3. En la Metodología intuitiva: se pueden hacer unas visitas a las pirámides de Egipto; hacer un paseo por el Louvre; hacer un paseo por la superficie lunar.
4. En la Metodología visual: se pueden vivir las noticias informativas en directo, presenciar la crisis de refugiados; trasladarnos a otra época de la historia, como por ejemplo estar presente en la caída del muro de Berlín.

5. En la Metodología activa/reflexiva: podemos explorar el cuerpo humano por dentro.
6. Metodología del “descubrimiento guiado” (o inducido). El estudiante realiza experiencias pre-programadas simuladas orientadas a redescubrir las relaciones entre los parámetros que definen por ejemplo una ley de la Física, de la Biología, y otras disciplinas.

La utilización de estas herramientas como metodología hace que los alumnos permanezcan atentos al mundo virtual creado por las gafas virtuales y a sus equipos informáticos, en la línea de un aprendizaje cada vez más individualizado y global.

3.2. La Aplicación de la Informática y la Realidad Virtual y Aumentada en la Educación.

Queremos proporcionar los instrumentos adecuados para que el estudiante y después, el docente continúen desarrollándose, así como una metodología que le permita analizar y cuestionar su papel en el que está inmerso y las funciones que debe realizar. Con la realidad virtual y su inmersión se pretende impartir aquellos conocimientos que deseamos se adquieran pero que no se encuentran en el aula, ya que solo son accesibles a través de la experiencia directa con el mundo real o cualquier otro tipo de experiencia en tercera persona que podría desvirtuar la realidad.

Sabedores de los enormes beneficios de las realidades inmersivas, su incorporación a la educación era un paso inevitable y así, lo decidimos. Creamos una plataforma educativa virtual con diversas experiencias virtuales de distintas materias; nos hemos centrado en generar escenarios del ámbito científico como biología, física y química y geología.

Generamos experiencias virtuales ubicadas en escenarios inmersivos propios del conocimiento a impartir, (el universo, el fondo marino, un laboratorio...), de ese modo conseguimos una inmersión más intensa y real para nuestros estudiantes, lo que les facilita la adaptación a lo que van a descubrir. Desde el primer momento esta impresión inmersiva captaba por completo su atención, haciéndolos sentir parte de este conocimiento.

La experiencia virtual estaba en todo momento controlada y guiada por el docente, gracias a un sistema de asistencia inteligente integrado en la plataforma que permite al profesor ver, mediante un dispositivo móvil o tablet, lo que su alumno está viendo en las gafas virtuales, igualmente le permite interactuar con ello, pudiendo guiar al alumno por la experiencia e intervenir en ella de distintas formas.

4. RESULTADOS

Los resultados serán óptimos si las herramientas van asociadas a una buena capacitación del profesorado y de los alumnos y para ello hay que hacer hincapié en introducir no solo la tecnología sino también el uso adecuado de ella. Así con la RV y la RA conseguimos:

- Aprendizaje más rápido y para toda la vida al vivir una experiencia en persona y así asimilar los contenidos, pues de esta forma los estudiantes pueden poner en práctica lo aprendido de forma más fácil sin cometer errores, pues ya han vivido antes la experiencia en la RV.
- Valorar mejor las habilidades pues al simular una situación verdadera podemos evaluar mejor las capacidades del estudiante; pues con la RV se puede registrar la actitud y aptitud de él al ejecutar la tarea asignada y el tiempo en que tarda en realizarla.
- Presentan una mayor posibilidad de inmersión e inclusión del alumnado diverso en el aula para que no sea excluido de la adquisición de los contenidos; y de esta forma estos alumnos pueden aprender como cualquier otro alumno normal.

4.1. Obtención de resultados en la aplicación de la RV y RA.

- 1) Una de las experiencias tuvo lugar en este curso escolar 2020-21, en el C.E. García Broch de Valencia y en concreto en la asignatura de Biología de 4º de la ESO. Estando compuesta el aula por alumnos de las siguientes nacionalidades: 1 sirio, 1 chino, 1 rumano, 2 de Bangladesh, 1 ecuatoriano, 1 armenio, 5 españoles; lo cual puede dar idea de la diversidad e inclusión educativa que se lleva a cabo en el curso y aula

En el primer trimestre del curso no se aplicó la RV, en cambio en el segundo trimestre sí que se aplicó a dos temas y hemos obtenido los siguientes resultados:

- + De los dos alumnos de nacionalidad de Bangladesh, uno de ellos acaba de llegar este año y no se defiende en castellano, resulta que en los temas del 1º Trimestre en que no se utilizó la RV sacó un 0, pero en cambio en los dos temas del 2º Trimestre en que aplicamos la RV aunque suspendió ya sacó un 4. Esto demuestra la potencialidad de la aplicación de RV.
- + Nota media de la clase en los dos temas (La Tierra y sus Historia y Genética y Herencia) del 1º Trimestre sin aplicar la RV fue de 4´4, no hubo dieces y sí dos ceros.
- + Nota media de la clase en los dos temas (Organización Celular y Genética Molecular) del 2º Trimestre aplicando la RV, fue de 7. Hubo 4 dieces y solo un cero.

Conclusión: hubo una mejora de entre 2 y 3 puntos de media de la clase, así como una mejora general de calificaciones individuales en todos los alumnos.

- 2) Otra experiencia es aplicar estas herramientas con alumnos que padezcan algún tipo de minusvalía. Se ha estudiado e investigado mucho los beneficios que la realidad virtual aporta a alumnos con necesidades especiales: Asperger, autismo, TOC, TDH.... hay muchos proyectos en marcha donde se trabaja en la mejora de estos niños con el uso de la tecnología inmersiva y ya se van documentando numerosas mejoras en los pequeños.

En el Centro Educativo DOCEO, uno de nuestros estudiantes, Marc de 11 años, sufre un fuerte TOC que, entre otros problemas, provocó que dejara de escribir.

Decidimos trabajar con él, implementando a su rutina educativa la realidad virtual; esta tecnología le generaba un entorno seguro y cómodo donde creamos una experiencia artística para él, mediante el traqueo de manos, Marc podía utilizar las manos interactuando en ese mundo virtual. En la experiencia Marc podía dibujar y colorear a su alrededor, fue sorprendente lo cómodo y entusiasmado que se sentía en ese espacio y como sus manos cogían un pincel y se ponía a dibujar.

A día de hoy y poco a poco, Marc ha vuelto a escribir y dibujar, para él la realidad virtual es un aliado, una motivación para seguir avanzando y un aliciente que le encanta

5. CONCLUSIONES

5.1. ¿Cuándo usar la Realidad Virtual en la enseñanza?

En general se debe aplicar la Realidad Virtual para lograr los objetivos de enseñanza propuestos en la programación de la asignatura y en concreto proponemos:

- Cuando se pueda usar una simulación y compartir experiencias en grupo.
- Cuando la enseñanza en el mundo real pueda ser peligrosa, imposible o inconveniente.
- Cuando en el mundo real el alumnado pueda cometer errores que puedan ser perjudiciales.
- Cuando la inmersión en un mundo virtual es más motivador que el aprendizaje real.

- Cuando la realización de una actividad práctica tenga un coste económico elevado.
- Para fomentar entornos participativos con actividades.
- Para desarrollar destrezas manuales y físicas.
- Para que los alumnos con necesidades educativas especiales puedan tener acceso a experiencias educativas que en el mundo real no lo pueden conseguir.
- Para alumnado con problemas de atención-hiperactividad o déficit de atención.

5.2. Conclusiones de la utilización de los métodos interactivos.

Enseñar, apoyados en esta tecnología inmersiva, fue una experiencia muy enriquecedora y positiva. La comprensión y asimilación de los conceptos por parte de nuestros alumnos fue mucho más rápida y duradera, su entusiasmo era contagioso y el funcionamiento de la clase más dinámico, participativo y completo, en cuanto a que captó el interés de todos los presentes.

La Realidad Virtual posee un enorme potencial para simular situaciones en diversos campos del mundo real en el campo de la educación, donde sus características de inmersión, aprendizaje en primera persona, interacción no simbólica... pueden ser de gran ayuda al proceso de enseñanza/aprendizaje. Las características de la Realidad Virtual hacen de ésta una herramienta casi “natural” para el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Existe muchas veces una falta de adaptación de algunos alumnos a su medio escolar, así como su integración en él, que se evitaría con la utilización de medios informáticos que propicien metodologías con un entorno colaborativo favoreciendo la interrelación de la diversidad de alumnado.

Y por último y fundamental es que el profesorado debe estar implicado en el desarrollo de esta tecnología y que no tenga prejuicio hacia ellas. El alcance y la profundidad del desarrollo de la Informática como un medio de colaboración, transmisión y divulgación de la Ciencia dependerá precisamente de que en los centros educativos se le otorgue más importancia apostando por las tecnologías innovadoras por lo que requerirán docentes capacitados en la Realidad Virtual y la Aumentada.

REFERENCIAS

- Adell, J. y Gisbert, M. (1998a): “Educació a Internet: l’aula virtual”. Temps d’Educació. Universitat de Barcelona. No 18. pp: 263-277.
- Auld L.: “Differences Between 3D Computing and Virtual Reality”, VR in the Schools, Vol. 1, nº 3, Diciembre, 1995.
- Bartolomé, A. (1995): “Medios y recursos interactivos”. Tecnología Educativa. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Marfil. Alcoy. Pp. 291-300.
- Bell J. et al.: “The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool”, 1995.
- López, V.: “La realidad virtual como recurso educativo en las ciencias experimentales”. 49 p. 2018.
- Pantelidis V. S.: “Suggestions on When to Use and When Not to Use Virtual Reality in Education”, 1999.
- Winn W.: “A conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality”, Human Interface Technology Center, University of Washington, 1993.

Youngblut C.: “Educational Uses of Virtual Reality Technology”, IDE Document D-2128, Institute for Defense Analyses, 1998.

Zohrab P.: “Virtual Language and Culture Reality (VLCR)”, VR in the Schools, Vol. I, nº 4, Marzo, 1996.

A Multidisciplinary Application of Gamification Techniques in Engineering Education

M. Muniz-Calvente^a , A. Pandal^b , A. Álvarez-Vázquez^a , C. Cabo^c ,
F. Pelayo^a

munizcmiguel@uniovi.es; pandaladrian@uniovi.es; alvarezvadrian@uniovi.es; carloscabo@uniovi.es; fernandezpelayo@uniovi.es;

^a Department of Construction and Engineering Manufacturing, University of Oviedo, Spain

^b Department of Energy, University of Oviedo, Spain

^c Department of Mining Methods and Prospection, University of Oviedo, Spain

ABSTRACT

New technologies, such as mobile devices, must not remain outside the world of engineering education. In most cases, teachers perceive mobile devices as a problem and not as a potential learning tool. In this paper, a useful methodology for incorporating mobile devices during class lectures on different bachelor degrees in engineering is presented. This methodology focuses on solving online quizzes. As a result, the students enjoy doing a gamified learning activity while teachers gain valuable information about the learning process of the subject. This proposal has been welcomed and followed by the students. The level of satisfaction among the students who followed the activities is also quite positive.

Keywords: Mobil App; Quiz; Gamification; Test; Engineering Education.

RESUMEN

Los teléfonos móviles brindan nuevas oportunidades que pueden ser aprovechadas para la docencia en ingeniería. En muchos casos, los profesores perciben los móviles como un problema o distracción, y no permite ver su potencial como herramienta de aprendizaje. En este trabajo se presenta una metodología útil para incorporar los móviles en las clases de diferentes grados de ingeniería. Esta metodología se basa en la resolución de cuestionarios online. Como resultado, los alumnos se divierten/entretienen haciendo una actividad de aprendizaje 'gamificado', al mismo tiempo que los profesores adquieren una información muy valiosa sobre el proceso de aprendizaje y asimilación de contenidos. Esta propuesta ha sido bien recibida y seguida por los alumnos. El nivel de satisfacción de los alumnos que siguieron estas actividades es también positivo.

Palabras clave: Aplicaciones móvil, Cuestionarios, Gamificación, Test, Educación en ingeniería.

1. INTRODUCCIÓN

During the last decades, the presence of mobile devices in daily life with a large variety of applications is beyond doubt and undeniably unending. However, their presence in the classroom remains being controversial. Indeed, the use of these devices has been usually related to distractions and attention deficits, being the origin of difficulties in the learning process of the students (Froese et al., 2012 ; Lauricella and Kay, 2013). In turn, other researchers emphasize their positive role in promoting different skills: information searching, learning process, reading and writing, besides strengthening the social capabilities, (see Motiwalla, 2007; Rau et al. 2008; Holley and Dobson, 2008; and Frimpong et al., 2016). In either case, the possibilities of the mobile devices as a support in the learning process, also known as mobile learning (see O'Malley et al., 2005), have not been entirely explored, particularly in the higher education context (see Kuznekoff and Titsworth, 2013; and Krull and Duarte, 2017).

The use of different gamification techniques in the educational methodologies has been extensively studied as an alternative to the traditional ones, promoting active attention of the students, increasing the engagement and enhancing their motivation (see Deterding et al., 2011; Lee and Hammer, 2011; Seaborn and Fels, 2015; Subhash and Cudney, 2018 and Villagrasa et al., 2018). Within them, those recently implemented by virtue of mobile devices are the most celebrated (see Hamari et al., 2014; Hirsh-Pasek et al., 2015; and Pechenkina et al., 2017). The success of the gamification project lies on a suitable specification of the questions together with an adequate design of the app (see Lucke et al., 2013). For this reason, due to the increasing interest of the Information and Communication Technologies (ICT) in the educational methodologies, different software have been recently developed to apply gamification techniques in the classroom, such as Kahoot, Socrative or Quizizz. However, some other important issues in the effectiveness of the gamification techniques, such as the influence of the lecture-type (theoretical, practical, laboratory, homework, etc.), have been mostly ignored in the case studies published in the literature, which is a common scheme in engineering education.

Accordingly, an educational methodology is presented in this work to promote the active attention of the students during the classroom, including theoretical, practical and laboratory lectures, by means of a mobile application of questions and answers, whose are usually referred to as Quizizz. This mobile application has been applied transversally within several subjects in different Bachelor Degrees in the University of Oviedo, namely: Structural Calculus from Civil Engineering Degree, Theory of Structures and Fluids Mechanics from Mechanical Engineering Degree and Topography from Degree in Geomatics Engineering. The students can download this application in their mobile devices, with a large diversity of questions of one or multiple choices to be answered during the classroom or on any other occasion (homework). As a result, both the use of mobile devices in the classroom and the gamification techniques are combined to increase student engagement, retention and academic achievement.

Therefore, the purpose of this paper is to demonstrate the positive impact on the students' motivation due to the application of gamification techniques within several engineering degrees and different kind of lectures. To this aim, this paper is organised as follows. Section 2 is devoted to describing the proposed methodology in detail for different types of lectures. Section 3 discusses the results of the application of the methodology in real classrooms. Finally, Section 4 summarizes the most important conclusions from this work.

2. GAMIFICACIÓN ON DIFFERENT LESSONS TYPES

Engineering education represents a particular discipline in which the gamification techniques can be applied in different scenarios: theoretical, practical and laboratory sessions. For

this reason, the evaluation of the effectiveness in the application of these techniques must consider the type of lecture and its effect on the engagement and motivation of the students. Besides, their applicability in different engineering bachelor degrees provides a transversal knowledge about the difficulties of the students with several subjects in engineering. Indeed, several efforts have been made in the application of these techniques in different types of lecture (see Markopoulos et al., 2015 and Kim and Frievals, 2018 for practical and laboratory sessions, or Butler and Bodnar, 2017 and Kulhanek et al., 2019 for homework), but there is a lack of comparative studies within different types of lecture nor different bachelor degrees. Therefore, a comparative study is proposed in this work including theoretical, practical, laboratory and homework sessions together with three different bachelor degrees. The following subsections are devoted to emphasizing the main advantages in the application of gamification within different lecture types.

2.1. Theory Lessons Gamification

One of the main motivations for engineering students is the practical application of their knowledge in resolving real case studies. For that reason, some methodologies based on Problem-Based-Learning (PBL) applied to engineering-degrees have reached certain popularity over the last years (see Ignacio de los Ríos et al., 2010; Perrenet et al., 2000 and Kolmos and de Graaff, 2014). Nevertheless, some studies indicate few disadvantages of that PBL, such as the immaturity of the students, the lack of prerequisite knowledge to solve a real case problem or the impossibility of adapting the subject concepts to those methodologies (see Ebner and Holzinger, 2007). Thus, on many university training programs, it is very usual to find “theory lessons” deboted to introduce the main theoretical and fundamental concepts related to the subject before to move to applied lessons, such as the practical and laboratory lessons.

The main limitation of pure theoretical lessons is the lack of student’s participation, which are typically a passive audience. In that cases, there are different weaknesses related to theory lessons: a) students lose attention and motivation; b) the basic concepts are not assimilated by the students, which will hinder the proper development of the practical classes; c) teachers do not receive feedback from the students, so teachers do not know the amount of information that the students were able to understand deeply.

All these limitations can be mitigated by applying gamification techniques, such as the use of participative quizzes in the classroom. To demonstrate the advantages of the use of gamification techniques in theory lessons, the authors have applied it at the end of some lectures of Structural Calculus taught on the Civil Engineering Degree of the University of Oviedo. Teachers have observed an incensement of student’s attention and interest, maybe motivated by the final competition to reach higher positions at the ranking during the Quizizz game. Furthermore, thanks to the final inform reported by the webpage used to implement the methodology (www.quizizz.com), teachers could have real feedback of the knowledge acquired by the students, which enable us to reinforce some concepts if it would be necessary.

2.2. Practical Lessons Gamification

Practical lessons are usually focused on applying the knowledge obtained during the theory lessons to solve engineering problems and reinforce the deep learning. The use of gamification techniques in this type of lessons allows us to improve the student’s motivation and concentration, particularly in the case of questionnaires based on problems that can be solved in less than 2-3 minutes. With the aim of improving the number of problems solved by the students during the practical lessons of Theory of Structures, taught on the Mechanical Engineering

Degree of the University of Oviedo, the teachers have transferred the problem statements from the traditional paper practice scripts to the mobile App. As a result, the gamification allows the number of problems formulated and solved in the practical sessions to be increased significantly. Taking into account that one of the common students' demand is to have a vast collection of problems illustrating the theoretical concepts, the used of Quizizz has a tool to introduce basic problems enlarge the amount of information available.

2.3. Laboratory Lessons Gamification

Laboratory lessons allow the theoretical concepts to be applied by the students for solving real cases through Laboratory Instruments or by their particular creations, that is, "learning by doing", besides satisfying the requirements in the industry of engineers with practical skills (see Feisel and Rosa, 2005, and Habibi et al., 2016). However, some important limitations are usually common in this lecture type, such as the traditional lack of objectives and outcomes to be expected or how their fulfilment could be measured (see Feisel and Rosa, 2005).

Furthermore, before access to a laboratory, the students should have previous knowledge about basic theoretical principles and security aspects regarding the laboratory lesson that they will develop. Accordingly, the application of gamification techniques in laboratory lessons could be used at the beginning of Laboratory Lessons in order to ensure that the students have reviewed the practice scripts, which could contain aspects related to practical skills, such as the use of engineering standards (ASTM, ASME, ISO, etc.), the knowledge of real machine manuals or other industrial security facets. As an example, the authors have applied the proposed methodology in the laboratory sessions of Fluid Mechanics, taught on the Mechanical Engineering Degree of the University of Oviedo. At the beginning of each laboratory session, the students have performed the quizzes in the mobile app pursuing two main objectives: a) to know the grade achievement in learning theoretical concepts required for using real machines and instruments and b) to know be sure that the students know the basic safety aspects related to the use of real machines and instruments.

As a result, teachers have observed an improvement in the number of students that have reviewed the documentation related to the Laboratory Lessons before to attend these type of lessons, which contributes to a better understanding of that Lessons and a safer environment.

2.4. Homework Gamification

Homework represents a well-established part of the learning process of students in higher education, despite being its validity and usefulness frequently challenged (see Busato et al., 2000; Planchard et al. 2015 and Butler and Bodnar, 2017). It is well-known that homework increase students' performance in end-of-course exams, promote effective study skills valuable for subsequent courses, get students used to time management, self-efficacy and goal setting, among others (see Planchard et al., 2015). However, the effectiveness of the homework sessions in the achievements of the students depend mostly on their motivation outside the classroom for completing the assignments, which is a recurrent task to be dealt with (see Li et al., 2018). For this reason, different innovative techniques have been implemented to enhance the motivation of the students, such as the random graded of the assignments (see Ryan and Hemmes, 2005), or based on the self-determination theory in which the students could choose the homework problems to be solved (see Akioka and Gilmore 2013) or the web-based homework (see Schleter and Bennet, 2006 and Demirci, 2010).

In this sense, the application of gamification techniques to the homework sessions could provide some important advantages in the students' achievements, as proposed in this work.

Teachers apply the mobile gamification based on Quizizz outside the classroom in Topography, taught on the Civil Engineering Degree of the University of Oviedo, identifying the following benefits: a) the motivation of the students remains being enhanced even outside the classroom, b) the self-appraisal of the students is now able because of the mobile gamification app, c) an important increment of the tutoring sessions requested for the students have been registered, d) better use of the collective tutoring has been reached, since the teachers are more conscious of the limitations and deficiencies of the students.

Finally, it is also worth mentioning that the quizzes performed over the course have been included in the Virtual Campus of the University of Oviedo as a bank test at the end of the semester, allowing the students to use them in the preparation of the final exams.

3. RESULTS

Taking into account that one of the main objectives of gamification methodologies is to promote the motivation and the interest of the students, the most proper way to measure the grade of achievement of this goal is to perform a survey. Table 1 shows the 7 questions performed to the students and the answers received by them.

Table 1. Questions performed in the survey with the answers (%) for each of the signatures.

Question	Answers (%)																			
	Theory of Structures (n=95)					Fluid Mechanics (n=48)					Structural Calculus (n=42)					Topography (n=10)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
The project has helped me to follow the subject.	6	39	44	11		0	15	50	30	5	0	10	40	40	10	0	0	10	60	30
The questionnaires have encouraged my interest in the subject.	0	18	26	39	17	10	20	30	30	10	0	20	40	30	10	0	10	0	60	30
The project seems like a waste of time and resources	6	3	0	0		10	80	10	0	0	90	0	10	0	0	90	10	0	0	0
The questionnaires have made me ask questions that I would otherwise have missed	5	0	18	66	11	10	10	40	40	0	10	0	20	60	10	0	10	0	10	80
The questionnaires are according to the level of the subject	4	27	48	21		0	0	40	30	30	0	10	30	40	20	0	10	0	10	80
I would like similar projects to be carried out in other subjects	12	0	25	63		20	0	20	50	10	10	20	0	60	10	0	5	10	15	70
My overall satisfaction with the initiative carried out is...	10	20	0	60	10	0	0	30	60	10	0	0	30	50	20	0	0	20	70	10

1: Strongly disagree; 2: Disagree; 3: Undecided; 4: Agree; 5: Strongly agree.

In general terms, the overall satisfaction of the students with the gamification project is significant (70% Agree or Strongly agree in Theory of Calculus, 70% in Fluid Mechanics, 70% in Structural Calculus and 80% in Topography). The students have also corroborated the effectivity of the gamification as they have formulated more questions, otherwise missed, in every signature (77% Agree or Strongly agree in Theory of Calculus, 40% in Fluid Mechanics, 70% in Structural Calculus and 90% in Topography). This effectivity can also be measured as the students confirm an enhancement in the motivation or interest with the signature, especially in the homework lessons (56% Agree or Strongly agree in Theory of Structures, 40% in Fluid Mechanics, 40% in Structural Calculus and 90% in Topography). The lecture-type that promotes the highest number of questions formulated by students corresponds to the homework, which is an important result. Finally, the survey shows that students request that similar gami-

fication projects must be carried out in other subjects (88% Agree of Strongly agree in Theory of Calculus, 60% in Fluid Mechanics, 70% in Structural Calculus and 85% in Topography).

4. CONCLUSIONS

The main conclusions of this work are herewith summarized:

- A working system has been developed within several teachers to create and share questions and answers based on the gamification tool Quizizz.
- The gamification promotes healthy competitiveness within students, leading to a direct improvement in the motivation of the students.
- The application of the gamification techniques has been properly accepted by the students, who recognized it as an adequate support in the learning process both inside and outside of the classroom.
- The use of mobile devices in the classroom has been identified as a useful tool for promoting the learning process, besides enhancing the interest of the students.
- Relevant information about transferring knowledge from the teacher to the students is now available due to the use of these devices, allowing the former to easily evaluate the following-up in the subject of the latter.

REFERENCES

- Froese, A. D., Carpenter, C. N., Inman, D. A., Schooley, J. R., Barnes, R. B., Brecht, P. W., & Chacon, J. D. (2012). Effects of classroom cell phone use on expected and actual learning. *College Student Journal*, 46(2), 323-332.
- Lauricella, S., & Kay, R. (2013). Exploring the use of text and instant messaging in higher education classrooms. *Research in Learning Technology*, 21.
- Motiwalla, L. F. (2007). Mobile learning: A framework and evaluation. *Computers & education*, 49(3), 581-596.
- Rau, P. L. P., Gao, Q., & Wu, L. M. (2008). Using mobile communication technology in high school education: Motivation, pressure, and learning performance. *Computers & Education*, 50(1), 1-22.
- Holley, D., & Dobson, C. (2008). Encouraging student engagement in a blended learning environment: The use of contemporary learning spaces. *Learning, Media and technology*, 33(2), 139-150.
- Frimpong, K. O., Asare, S., & Otoo-Arthur, D. (2016). The effects of mobile phone usage on the academic performance of Ghanaian students, a case of Presbyterian University College AsanteAkyem campus. *International Journal of Innovative Research and Advanced Studies*, 3(11).
- O'Malley, C., Vavoula, G., Glew, J. P., Taylor, J., Sharples, M., Lefrere, P., ... & Waycott, J. (2005). Guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment.
- Kuznekoff, J. H., & Titsworth, S. (2013). The impact of mobile phone usage on student learning. *Communication Education*, 62(3), 233-252.
- Krull, G., & Duarte, J. M. (2017). Research trends in mobile learning in higher education: A systematic review of articles (2011-2015). *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(7).

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15).
- Lee, J. J., & Hammer, J. (2011). Gamification in education: What, how, why bother?. *Academic exchange quarterly*, 15(2), 146.
- Seaborn, K., & Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of human-computer studies*, 74, 14-31.
- Subhash, S., & Cudney, E. A. (2018). Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. *Computers in human behavior*, 87, 192-206.
- Villagrasa, S., Fonseca, D., Redondo, E., & Duran, J. (2014). Teaching case of gamification and visual technologies for education. *Journal of Cases on Information Technology (JCIT)*, 16(4), 3857.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014, January). Does gamification work?--a literature review of empirical studies on gamification. In *2014 47th Hawaii international conference on system sciences* (pp. 3025-3034). Ieee.
- Hirsh-Pasek, K., Zosh, J. M., Golinkoff, R. M., Gray, J. H., Robb, M. B., & Kaufman, J. (2015). Putting education in "educational" apps: Lessons from the science of learning. *Psychological Science in the Public Interest*, 16(1), 3-34.
- Pechenkina, E., Laurence, D., Oates, G., Eldridge, D., & Hunter, D. (2017). Using a gamified mobile app to increase student engagement, retention and academic achievement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 1-12.
- Lucke, T., Keyssner, U., & Dunn, P. (2013, October). The use of a Classroom Response System to more effectively flip the classroom. In *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 491-495). IEEE.
- Lucke, T., Keyssner, U., & Dunn, P. (2013, October). The use of a Classroom Response System to more effectively flip the classroom. In *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 491-495). IEEE.
- Kim, E., Rothrock, L., & Freivalds, A. (2018). An empirical study on the impact of lab gamification on engineering students' satisfaction and learning. *International Journal of Engineering Education*, 34(1), 201-216.
- Butler, B., & Bodnar, C. (2017). Establishing the Impact that Gamified Homework Portals Can Have on Students' Academic Motivation.
- Kulhanek, A., Butler, B., & Bodnar, C. A. (2019). Motivating first-year engineering students through gamified homework. *Educational Action Research*, 1-26.
- de Los Rios, I., Cazorla, A., Díaz-Puente, J. M., & Yagüe, J. L. (2010). Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1368-1378.
- Perrenet, J. C., Bouhuijs, P. A., & Smits, J. G. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teaching in higher education*, 5(3), 345-358.
- Kolmos, A., & de Graaff, E. (2014). Problem-based and project-based learning in engineering education. *Cambridge handbook of engineering education research*, 1, 141-161.
- Ebner, M., & Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & education*, 49(3), 873-890.

- Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of engineering Education*, 94(1), 121-130.
- Habibi, M., Fearing, C., & Muslu, M. (2016). Pros and Cons of Laboratory Methods Used in Engineering Education. In *ASEE 123rd Annual Conference & Exposition*. New Orleans, LA.
- Busato, V. V., Prins, F. J., Elshout, J. J., & Hamaker, C. (2000). Intellectual ability, learning style, personality, achievement motivation and academic success of psychology students in higher education. *Personality and Individual differences*, 29(6), 1057-1068.
- Planchard, M., Daniel, K. L., Maroo, J., Mishra, C., & McLean, T. (2015). Homework, Motivation, and Academic Achievement in a College Genetics Course. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, 41(2), 11-18.
- Li, W., Bennett, R. M., Olsen, T., & McCord, R. (2018). Engage engineering students in homework: attribution of low completion and suggestions for interventions. *American Journal of Engineering Education*.
- Ryan, C. S., & Hemmes, N. S. (2005). Effects of the contingency for homework submission on homework submission and quiz performance in a college course. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 38(1), 79-88.
- Akioka, E., & Gilmore, L. (2013). An intervention to improve motivation for homework. *Journal of Psychologists and Counsellors in Schools*, 23(1), 34-48.
- Schleter, W., & Bennett, R. (2006). 2006-2279: Using web-based homework in an introductory engineering physics course, in *ASEE Annual Convention*. 11, 1.
- Demirci, N. (2010). The Effect of Web-Based Homework on University Students' Physics Achievements. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 9(4), 156-161.

ANNEX

Links to some examples of the Quizzes developed.

- Introduction to strength of materials (in Spanish)
<https://quizizz.com/admin/quiz/5c06415155772fo01bc1eb35>
- Freedom Degrees (in Spanish)
<https://quizizz.com/admin/quiz/5c6467404466c6001b55daf5>
- Isostatic and hyperstatic Structures (in Spanish)
<https://quizizz.com/admin/quiz/5ac1f5f1rde20b0019c5dfc9>
- Elasticity (in Spanish)
<https://quizizz.com/admin/quiz/5aa0137650dfddoorf1d1815>
- Traction (in Spanish)
<https://quizizz.com/admin/quiz/5c0643355772fo01bc1eddb2>
- Torsion (in Spanish) <https://quizizz.com/admin/quiz/5c06570a89337b001a2714f7>
- Shear and bending (in Spanish)
<https://quizizz.com/admin/quiz/5c04f6a0030509001bfff34ef>
- Global Quizizz (in Spanish)
<https://quizizz.com/admin/quiz/5coe713d7286da001a7714e6>

Utilización de Tecnologías de Información y Comunicación para la promoción de tutorías online y el seguimiento de asignaturas en Ingeniería y Medicina

A. Álvarez-Vázquez^a, M. Muñoz-Calvente^a, P. Avanzas-Fernández^b,
C. M. de la Tassa^b, I. Pascual^c

alvarezvadrian@uniovi.es; munizcmiguel@uniovi.es; avanzasapablo@uniovi.es; cmoris@uniovi.es;
pascualcisaac@uniovi.es;

^a Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, España.

^b Departamento de Medicina, Universidad de Oviedo, España.

^c Departamento de Fisiología, Universidad de Oviedo, España.

ABSTRACT

Nowadays the undoubted and continuous increase of Information and Communication Technologies has severely influenced the educational methodologies in higher education. Among them, mobile learning deserves more attention as an effective tool to promote the active participation of students in a classroom. Social network and instant messaging represent a novel example with several potential applications to be further investigated. In this work, a methodology is proposed to integrate social network and instant messaging to promote tutorial session, besides to enhance the communication teacher – student. Finally, the applicability of the proposed methodology is exemplified with two signatures in Engineering and Medicine degrees, obtaining an increase in the mean marks together with a positive global assessment from students.

Keywords: Mobile learning; Telegram; Mobile applications; Social networks.

RESUMEN

El creciente uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación ha influido enormemente en las metodologías docentes, de entre las que destaca el aprendizaje asistido por dispositivos móviles como una herramienta eficaz en la incentivación de la participación activa de los alumnos en el desarrollo de las clases. Las redes sociales y los servicios de mensajería instantánea, en particular, son un ejemplo novedoso con múltiples aplicaciones potenciales aún por investigar. Por este motivo, en este trabajo se propone una metodología de incorporación de los servicios de mensajería instantánea y redes sociales para la promoción de las tutorías y el fortalecimiento de la comunicación profesor – alumno. Su aplicabilidad se ejemplifica con su implantación en asignaturas de las titulaciones de Ingeniería y Medicina, obteniéndose un aumento en las calificaciones promedio con respecto a cursos anteriores, además de una valoración positiva por parte de los alumnos.

Palabras clave: Aprendizaje electrónico móvil; Aplicaciones móviles; Telegram; Redes sociales.

1. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN

El continuo desarrollo y rápido crecimiento de las Tecnologías de la Información (TIC) ha logrado ocupar y modificar todos los espacios y hábitos de la sociedad. En particular, el entorno universitario no ha sido impermeable a estos cambios y las metodologías docentes han sido ampliamente influenciadas, con una profunda incorporación de medios y herramientas tecnológicas en las aulas (Romero-Rodríguez et al., 2020, Krull et al., 2017), especialmente en los últimos tiempos con motivo de la pandemia por COVID-19 y la proliferación masiva de los entornos de docencia en línea.

Dentro de los múltiples usos de las TIC en la docencia universitaria, el aprendizaje asistido por dispositivos móviles (ML, Mobile Learning) representa uno de los tópicos de investigación de más interés y actualidad (Romero-Rodríguez et al., 2020, Krull et al., 2017), permitiendo procesos de aprendizaje y adquisición de conocimientos continuados a distancia a través de teléfonos móviles y tablets y fortaleciendo el desarrollo de competencias digitales, además de ofrecer un entorno flexivo, informal y conocido para los alumnos que potencia su actitud dinámica y participativa en el desarrollo de las clases (Lauricella et al., 2013, Iksan et al., 2017, Wen-Hsiung et al., 2012, Crompton et al., 2018). En este sentido, los servicios de mensajería instantánea y las redes sociales están comenzando a ser incorporados en las aulas como una herramienta para promover una comunicación profesor – alumno en entornos alternativos a los tradicionales (correo electrónico, etc.) (Lauricella et al., 2013, Güler, 2017). Sin embargo, el uso de estas tecnologías puede ofrecer otras potenciales aplicaciones positivas aún por investigar y desarrollar, como es la incentivación de la participación activa de los alumnos en el desarrollo de la asignatura, tratando de dar solución a los problemas de falta de dinamismo en las aulas, especialmente acusados en entornos de docencia en línea.

Con todo ello, el objetivo de este trabajo es la propuesta de una metodología para la incorporación de las redes sociales en el entorno docente con la intención de promocionar las tutorías por parte de los alumnos. En este sentido, a través del uso de una red social de mensajería instantánea (Telegram), se trata de vehicular la comunicación profesor – alumno hacia un entorno novedoso en el que difundir todas las dudas y cuestiones que van surgiendo en el transcurso de la asignatura, promoviendo así una comunicación activa y colaborativa entre todos los alumnos. Esta aplicación también servirá para fomentar un mayor seguimiento en el desarrollo de la asignatura, manteniendo a los alumnos atentos a las novedades que se van produciendo, además de la realización de cuestionarios relacionados con los contenidos docentes. La metodología ha sido aplicada con un enfoque multidisciplinar en las asignaturas de Patología Cardiocirculatoria, dentro de la titulación del Grado en Medicina, y en Teoría de Estructuras y Resistencia de Materiales, dentro de la titulación del Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos, ambas durante los cursos 2019-2020 y 2020-2021.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

El aprendizaje asistido por teléfonos móviles ha tenido un importante positivo como herramienta para la implementación de distintas metodologías docentes innovadoras. En este sentido, destaca el proyecto multidisciplinar que engloba a 59 universidades españolas (Romero-Rodríguez et al., 2020), en el que se contrastan distintos modelos de ML con distintos perfiles docentes, siendo solamente algunos de ellos los satisfactorios para los alumnos. Especial relevancia presenta también el compendio de una serie de 25 indicadores para la evaluación de modelos de ML, llevado a cabo por Aznar-Díaz et al (Aznar-Díaz et al., 2018). Otros estudios estadísticos sobre las potencialidades del uso de la tecnología móvil en distintas versiones (podcasts, clases en directo (*streaming*), contenidos audiovisuales, etc.) destacan, entre otras,

su efectividad en el fomento del trabajo colaborativo y fácil de diseño metodológico, siendo especialmente adecuados para el aprendizaje de vocabulario de un segundo idioma (Wen-Hsiung et al., 2012, Crompton et al., 2018). En términos generales, la evaluación del impacto del ML en los alumnos suele ser de tipo cualitativo a través de encuestas a los alumnos, para analizar su percepción, y entrevistas al profesorado para evaluar el desempeño de estas técnicas en distintos perfiles docentes.

3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

En esta sección se describirá la metodología propuesta en este trabajo, identificando las distintas fases en su desarrollo y aplicación en el aula (Figura 1).

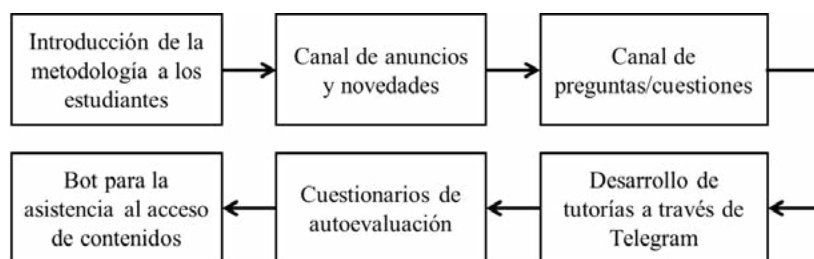


Figura 1. Diagrama de flujo con las etapas de la metodología propuesta.

a) *Fase 1: Introducción de la metodología a los estudiantes.* En las primeras clases se les indicó a los alumnos que tenían que descargarse la aplicación Telegram en sus teléfonos móviles (disponible en App Store y Play Store para iOS y Android, respectivamente), muchos de los cuales ya tenían acceso a ella dada su popularidad como alternativa a Whatsapp. Esta aplicación fue seleccionada porque, además de ser de código libre y gratuita, porque permite crear grupos sin necesidad del número de teléfono, mediante el usuario, con una versión web mejor implementada y con un soporte para envío de contenido multimedia hasta 1,5 GB (Martínez-Rolán et al., 2017). Los alumnos deberían de unirse a los siguientes canales de las asignaturas que fueron objeto de estudio:

- Patología Cardiocirculatoria – Dudas.
- Patología Cardiocirculatoria – Anuncios.
- Resistencia de Materiales y Teoría de Estructuras – Dudas.
- Resistencia de Materiales y Teoría de Estructuras – Anuncios.

De esta forma, los alumnos pueden exponer sus preguntas sobre los contenidos de las asignaturas en los canales de « Dudas » y los profesores reciben las notificaciones correspondientes.

b) *Fase 2: Canal de anuncios y novedades de la asignatura.* Además de los canales de «Dudas», se creó también un canal de «Anuncios» para cada una de las asignaturas, en el que solamente pueden publicar mensajes los profesores de las asignaturas (Figura 1). Este canal tiene como objetivo la comunicación oficial de mensajes y notificaciones de carácter general por parte de los profesores sobre el desarrollo de las asignaturas:

- Noticias sobre la actualización de la información disponible en Campus Virtual.
- Recordatorios de fechas de entregas de trabajos y tareas.
- Notificaciones sobre cambios de clases y de horario.

- Compartir enlaces de interés general para los alumnos (contenido audiovisual relacionado con la asignatura...).
- Documentación relacionada con la lección a impartir en la próxima clase.
- Actualización de condiciones y restricciones aplicables a la situación pandémica COVID-19 que puedan afectar al devenir de la asignatura.

c) *Fase 3: Canal de cuestiones de la asignatura.* Dada la gran variabilidad de medios tecnológicos por los que los alumnos hacen llegar sus dudas y cuestiones a los profesores en entornos de docencia en línea (Teams, correo electrónico, etc.), se creó un canal general de cuestiones de la asignatura con la intención de aglutinar en un único espacio todas las dudas realizadas por los alumnos, con las correspondientes respuestas por parte de los profesores, y hacerlas accesibles al conjunto de la clase, ya que pueden ser de interés general.

d) *Fase 5: Desarrollo de cuestionarios de autoevaluación a través de Telegram.* Dada la capacidad de la aplicación Telegram para la creación y formulación de cuestionarios de preguntas con respuesta única o múltiple, se utilizaron los canales creados para la difusión de distintos cuestionarios durante del transcurso de la asignatura. Cabe señalar, además, la posibilidad de utilizar Telegram para la difusión de cuestionarios creados por otro tipo de aplicaciones, como es el caso de Quizizz, facilitando el envío de los códigos de acceso de forma rápida y cómoda para los alumnos.

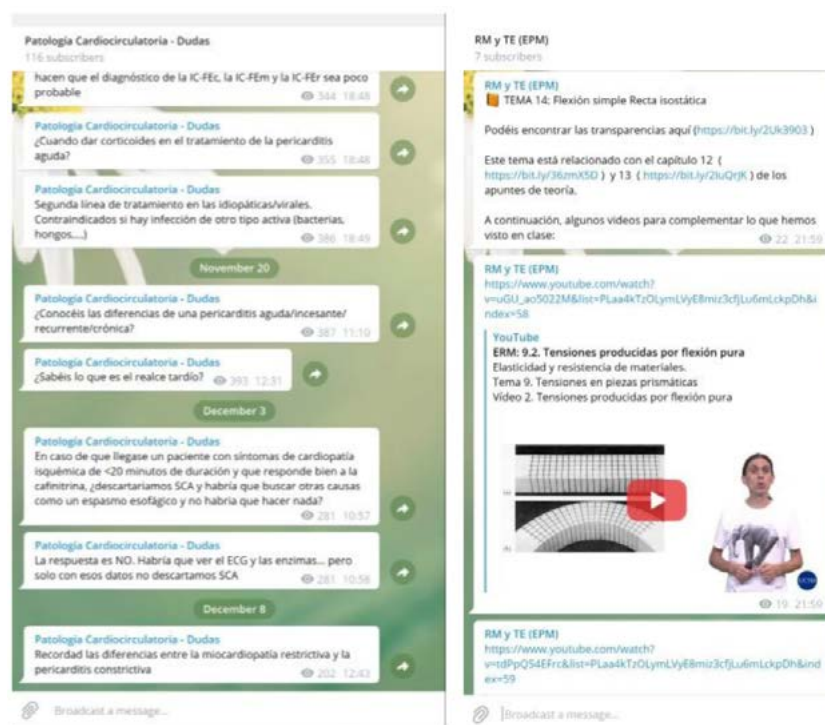


Figura 2. Vista general de los canales creados en las asignaturas.

e) *Fase 4: Desarrollo de tutorías a través de Telegram.* Con el transcurso de la asignatura, los alumnos fueron planteando las dudas y cuestiones a los profesores a través de canales privados de Telegram o a través del canal de Dudas habilitado a tal efecto. En cualquier caso, todas aquellas cuestiones realizadas fueron trasladadas automáticamente al canal general de cuestiones de la asignatura, para que las respuestas fueran de libre acceso al conjunto de la clase.

f) Fase 5: Creación de un Bot para la asistencia al acceso de contenidos de la asignatura. Con el objetivo de reducir la carga de trabajo de los profesores en el envío de comunicaciones, notificaciones y avisos en los canales, se propone utilizar la capacidad de Telegram para automatizar y programar estos envíos a través de robots o *bots* sincronizados con el resto de medios utilizados en las asignaturas (Alcayde et al., 2017), como, por ejemplo, el Campus Virtual. De esta forma, aviso del tipo «Fecha de entrega está a punto de finalizar» pueden ser enviadas automáticamente por Telegram.

4. RESULTADOS

En esta sección se describen de forma detallada los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología propuesta en las asignaturas objeto de estudio, siendo evaluados tanto cualitativa como cuantitativamente, con la intención de valorar críticamente el potencial impacto positivo de la metodología propuesta.

4.1. Evaluación cuantitativa

Desde un punto de vista de la evaluación cuantitativa de los resultados obtenidos en ambas titulaciones, se utilizará la nota promedio obtenida al final de la asignatura (grupo experimental) y su correspondiente comparación con la nota del curso anterior (grupo de control) como criterio para la valoración positiva de la metodología. En particular, asumiendo que las calificaciones siguen una distribución Normal, se obtendrán los estadísticos descriptivos de la media (M), la desviación típica (SD) y el error estándar de la media (SEM), como suele ser habitual en este tipo de metodologías de evaluación.

Como se puede ver en la Tabla 1, las notas promedio han sido incrementadas de 7.2 puntos a 7.8 puntos en el caso de la asignatura de Medicina, mientras que en el caso de Ingeniería no se ha podido ver esta mejoría. Mediante un contraste de hipótesis se pudo comprobar que la diferencia en las notas promedio hallada en el caso de Medicina es estadísticamente significativa ($p = 3.579 \times 10^{-5} < 0.10$) para $\alpha = 0.10$. Sin embargo, dado el pequeño número de estudiantes que cursaron la asignatura de Ingeniería, las conclusiones estadísticas que se puedan obtener han de tomarse con cautela, siendo más verosímiles cuando el número de alumnos sea considerablemente mayor, como es el caso de Medicina.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para los valores promedio de las calificaciones obtenidas por el grupo de control y el grupo experimental en ambas titulaciones.

Grupo		N	M	SD	SEM
Ingeniería	Grupo de control	3	7.067	1.050	0.606
	Grupo experimental	5	5.374	0.974	0.436
Medicina	Grupo de control	104	7.210	1.478	0.145
	Grupo experimental	106	7.797	1.403	0.106

4.2. Evaluación cualitativa

Además del análisis cuantitativo, en este trabajo se propuso una evaluación cualitativa de la metodología propuesta a través de la realización de un cuestionario con varias preguntas de valoración (1: Nada de acuerdo – 5: Muy de acuerdo) a los alumnos sobre distintos aspectos de la metodología aplicada. Los resultados desagregados obtenidos en cada una de estas preguntas

se ilustran en la Figura 3, para el caso de los alumnos de la titulación de Medicina, a modo de ejemplo.

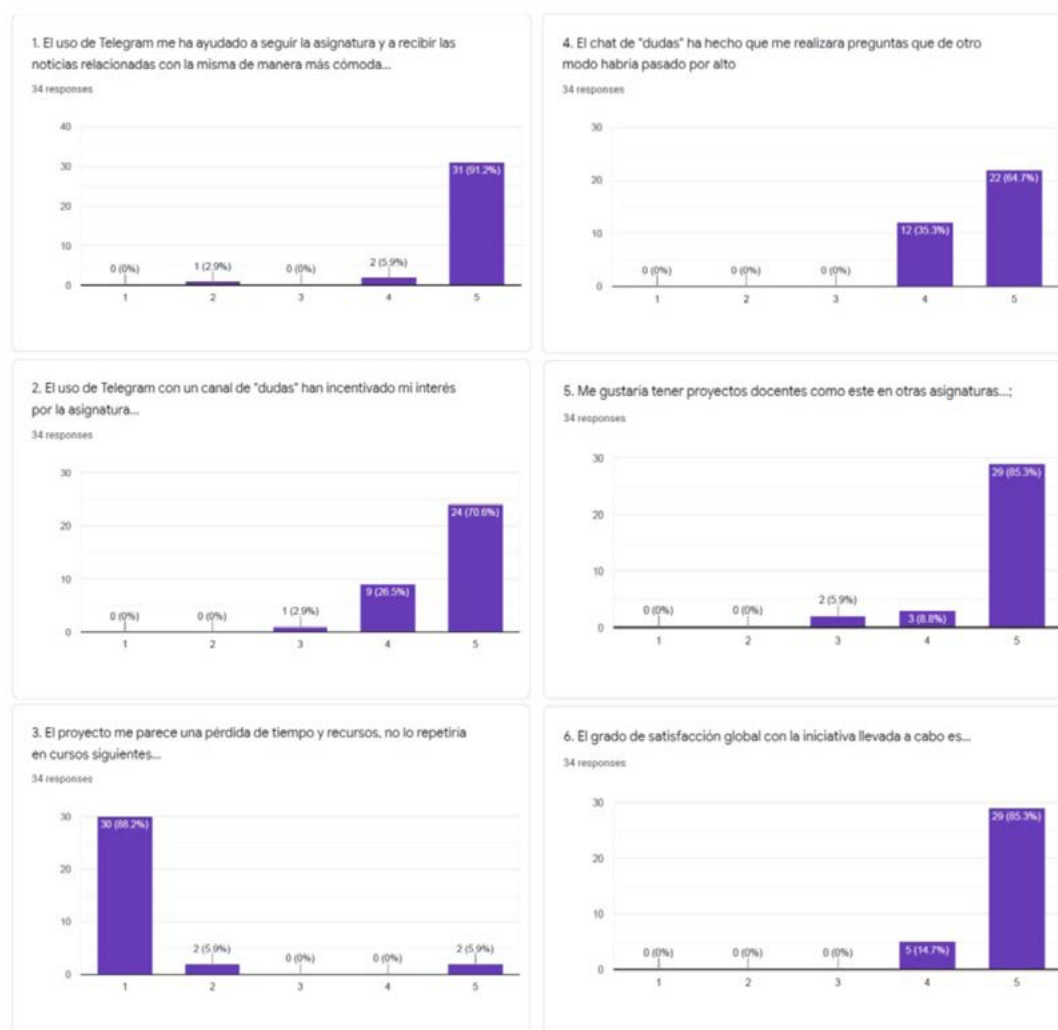


Figura 3. Resultados de la encuesta de satisfacción realizada a los alumnos.

Como se puede apreciar, los alumnos destacan estar muy de acuerdo en que la metodología ha supuesto una ayuda a la hora de estar actualizado en la asignatura (91.2 %), incentivando el interés por la asignatura a través de la formulación de dudas (70.6 %) en los canales, incluso permitiendo que se hayan formulado preguntas que, de otro modo, no se habrían realizado a sí mismos (64.7 %) y descartando como nada de acuerdo en que la metodología haya sido una pérdida de tiempo (88.6 %). En términos generales, el grado de satisfacción global con la metodología propuesta es de un 85.3 %, incluso siendo favorables a extender la aplicación de esta metodología a otras asignaturas (85.3 %).

Adicionalmente a estas preguntas de valoración cuantitativa, se incluyó la posibilidad de que los alumnos manifestasen su opinión por escrito con un comentario breve valorando la metodología propuesta (Figura 4). La mayoría de los alumnos destacan como positivo el que compartir las dudas de otros compañeros les ha hecho formularse cuestiones que no se habrían hecho, de no ser por el uso de Telegram, además de incentivar y fortalecer la relación alumno – profesor. Esta valoración general positiva por parte del alumnado se ve reforzada en sus propuestas de mejora para futuros cursos: los alumnos proponen que se comparta incluso más información (artículos, capítulos de libros, contenidos audiovisuales, etc.).

7. Destaque algo positivo del proyecto de innovación docente en el que ha participado como alumno:
34 respuestas

Duda que se ha publicado en el canal

Las dudas expuestas en telegram me hicieron pensar

Mejora la cercanía entre profesor-alumno con gran facilidad.

Mantiene una relación alumno-profesor muy estrecha y beneficiosa

El canal de dudas y recordatorios era algo necesario y se ha llevado a cabo de una manera muy buena

El que se vayan mostrando dudas de otros compañeros ayuda mucho a afianzar conceptos

Preguntarme por aspectos de ciertos temas que no tuve en cuenta al estudiarlos, para así profundizar y tener más claros los conceptos

El canal de dudas me parece especialmente útil, y las preguntas realizadas por los

8. Comente algo que le gustaría mejorar para cursos posteriores en relación a este proyecto:
34 respuestas

Nada

Poner cuestionarios de repaso en telegram

En general me pareció buena idea

Ampliar aún más el proyecto telegram, ahondando en más información.

Se podrían enviar artículos o documentos que ampliasen algo más las explicaciones de las clases teóricas, para entenderlo todo mejor aunque a mi me parece que con el canal de dudas ya sirve

Quizás algo más de pistas de cara al examen al ser una asignatura compleja y larga

No cambiaría nada

Figura 4. Ejemplos de comentarios realizados por los alumnos sobre la metodología propuesta.

Como resultado adicional observado en la aplicación de la metodología, cabe señalar también la participación e implicación de los alumnos en la resolución de las dudas planteadas en los canales por sus compañeros, reforzando así el trabajo colaborativo. De esta forma, el acercamiento de las redes sociales a la práctica docente ha demostrado ser positivo en la promoción de una actitud colaborativa por parte de los estudiantes para ayudar a sus compañeros en la resolución de las dudas generadas en el transcurso de la asignatura, ya que se trata de un “entorno” en el que se sienten cómodos, además de favorecer el desarrollo de las capacidades de expresión y difusión de conocimientos por parte de los alumnos.

5. DISCUSIÓN

La comparación entre las notas promedio de ambas asignaturas ha de tomarse con cautela, especialmente en el caso de la titulación de Ingeniería, dado el bajo número de alumnos. Para la asignatura de Medicina se tiene un número mayor de alumnos, siendo además el resultado del contraste de hipótesis positivo en cuanto a ser estadísticamente significativa la diferencia. No obstante, la derivación de conclusiones a partir de la comparación entre notas promedio presenta ciertas limitaciones (variables y efectos adicionales no incluidos, especialmente en un año ciertamente especial con entornos virtuales a causa de la COVID-19) que deben ser tenidas en cuenta a la hora de extender o generalizar estos resultados.

La evaluación cualitativa por parte de los alumnos a través de los cuestionarios de satisfacción ha de tomarse también con la necesaria cautela, dado que el número de alumnos que ha participado es bajo (34 de 106).

Además del uso de la app Telegram, la implementación de las conversaciones y chats en grupo puede ser realizada con cualquier otro tipo de aplicación de características similares, si bien Telegram ofrece algunas ventajas frente a otras en la implementación de técnicas de ML, como, por ejemplo, el diseño robusto de los denominados *bots* (Alcayde et al. 2017). En este sentido, es interesante señalar la posibilidad de utilizar herramientas propias disponibles en la mayoría de Aulas Virtuales de universidades, prescindiendo así de la necesidad de utilizar aplicaciones externas.

6. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología propuesta han sido evaluados cualitativa y cuantitativamente, obteniéndose un impacto positivo en las notas

promedio con respecto a cursos anteriores, además de una valoración positiva por parte de los alumnos en cuestionarios realizados al finalizar las asignaturas.

- El uso adecuado de las redes sociales en el entorno docente promueve un mayor seguimiento de la asignatura, vehiculando la comunicación profesor – alumno hacia entornos familiares y cómodos para los alumnos.
- La difusión colectiva de las dudas y cuestiones planteadas por los alumnos individualmente fomenta la actitud colaborativa entre éstos para la resolución de las dudas formuladas, además de darlas a conocer a aquellos alumnos que no se las habían planteado, enriqueciendo así la adquisición de contenidos por parte de los alumnos en el transcurso de la asignatura.

REFERENCIAS

- Alcayde, F.G. Montoya, E. Salmerón-Manzano, A.J. Perea-Moreno, R. Baños, F. Manzano-Agugliaro (2017). Telegram bot for m-learning at classroom. *INTED2017 Proceedings*, pp. 8675-8683.
- Aznar-Díaz, I.; Cáceres Reche, M. P.; Romero Rodríguez, J. M. (2018). Indicadores de calidad para evaluar buenas prácticas docentes de “mobile learning” en Educación Superior. *Education in the Knowledge Society*. 19(3):53-68.
- Crompton, H.; Burke, D. (2018). The use of mobile learning in higher education: A systematic review. *Computers & Education*. 123:53-64.
- Güler Ç. (2017). Use of WhatsApp in higher education: What’s up with assessing peers anonymously? *Journal of Educational Computing Research*. 55(2):272-289.
- Iksan, Z. H., & Saufian, S. M. (2017). Mobile learning: Innovation in teaching and learning using Telegram. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 1(1): 19-26.
- Krull, G., & Duarte, J.M. (2017). Research trends in mobile learning in higher education: a systematic review of articles (2011 – 2015). *International Review of Research in Open and Distributed Learning* 18(7):1-23.
- Lauricella, S. & Kay, R (2013). Exploring the use of text and instant messaging in higher education classrooms. *Research in Learning Technology*, 21:1906.
- Martínez-Rolán, X., Dafonte-Gómez, A., y García-Mirón, S. (2017). Usos de las aplicaciones móviles de mensajería en la docencia universitaria: Telegram. E Ruiz-Palmero J., Sánchez-Rodríguez, J. y Sánchez-Rivas, E. (Edit.). *Innovación docente y uso de las TIC en educación*. Málaga: UMA Editorial.
- Romero-Rodríguez, JM., Aznar-Díaz, I., Hinojo-Lucena, FJ. et al. (2020). Models of good teaching practices for mobile learning in higher education. *Palgrave Communications* 6, 80.
- Wen-Hsiung, Wu; Yen-Chun, J. W.; et al (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & Education*. 59(2):817-827.

Una herramienta para mejorar la experiencia de los alumnos en el aprendizaje de estrategias software

C. Guerrero-Cuenca, M.A. Olivero, F. J. Domínguez-Mayo,
L. Morales-Trujillo, J.J. Gutiérrez Rodríguez, M. Mejías

claguecue@alum.us.es; molivero@us.es; fjdominguez@us.es; lmtrujillo@us.es; javierj@us.es;
risoto@us.es

Departamento de lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Avda. Reina Mercedes s/n, 41012, Sevilla, España

ABSTRACT

Teaching in Software Engineering involves learning strategies to address software discovery, development and operations. However, in the literature we can find strategies that are defined based on constructs that can even vary between similar strategies, which makes it difficult to learn these strategies. Here it is proposed a technique consisting of a canvas that organizes knowledge into a set of basic constructs that allow it to be applied to any software strategy to describe it. Post-its can be included on the canvas in an agile way to conceptually define any software strategy taught in class. It is intended to improve the experience of students during learning, so that they are active participants instead of passive observers, thus facilitating meaningful learning that endows the student with the ability to acquire concepts and establish relationships on the knowledge acquired. To validate the proposal, an evaluation of the student's experience during learning with the UEQ (User Experience Questionnaire) technique has been carried out. The results show that the technique is perceived by students as a novel, stimulating and attractive learning technique.

Keywords: learning, education, software engineering, methodologies, agile methods.

RESUMEN

La enseñanza en Ingeniería del Software implica el aprendizaje de estrategias que permitan abordar el descubrimiento, desarrollo y operaciones software. Sin embargo, en la literatura podemos encontrar estrategias que son definidas en base a constructos que pueden incluso variar entre estrategias similares, lo que dificulta el aprendizaje de dichas estrategias. El presente trabajo propone una técnica consistente en un lienzo que organiza el conocimiento en un conjunto de constructos básicos y que permiten ser aplicados a cualquier estrategia software para describirla. En el lienzo pueden incluirse post-its de forma ágil para definir conceptualmente cualquier estrategia software que se enseñe en clase. Se pretende mejorar la experiencia de los alumnos durante el aprendizaje, para que sean participantes activos en lugar de observa-

dores pasivos, facilitando así un aprendizaje significativo que dote al alumno de la capacidad de adquirir conceptos y establecer relaciones sobre el conocimiento adquirido. Para validar la propuesta, se ha realizado una evaluación de la experiencia del alumno durante el aprendizaje con la técnica UEQ (User Experience Questionnaire). Los resultados muestran que la técnica es percibida por los alumnos como una técnica de aprendizaje novedosa, estimulante y atractiva.

Palabras clave: aprendizaje, educación, ingeniería del software, metodologías, métodos ágiles.

1. MOTIVACIÓN

Durante el desarrollo teórico-práctico de algunas de las asignaturas del grado de Ingeniería Informática, los alumnos han de adquirir y aplicar conocimientos relacionados con la aplicación de estrategias software como por ejemplo Design Thinking (estrategia que permite abordar un problema y obtener soluciones innovadoras), Scrum (estrategia ágil de gestión del desarrollo de software) (Sutherland & Schwaber, 2021), o DevOps (conjunto de buenas prácticas que permite integrar el desarrollo y las operaciones software de forma ágil) (Kim, Humble, Debois, & Willis, 2016). El presente trabajo pretende dar respuesta a las dificultades que se han detectado cuando los alumnos tienen que asimilar estos conocimientos. La hipótesis de partida es que la dificultad radica en la gran variedad de constructos que se manejan durante el proceso de aprendizaje principios, procesos, actividades, eventos, metodologías, métodos, técnicas, herramientas, etc.). Un constructo es un término, concepto o notación básica para describir un modelo teórico dentro de un dominio (Johannesson & Perjon, 2014). En la documentación oficial de las estrategias software más extendidas, se utilizan constructos diferentes para términos similares por lo que se hace aún más complicada la comprensión, definición, consenso y comunicación de dichas estrategias. En estas líneas, la mayoría de las estrategias existentes deben ser adaptadas al contexto o integradas con otras estrategias existentes por lo que, transmitir este tipo de conocimientos se hace aún más complicado.

El objetivo principal del presente trabajo es el de proveer al docente y a los alumnos de una herramienta que permita, por un lado, poder transmitir, integrar y adaptar las estrategias software existentes a cualquier contexto de forma ágil y, por otro lado, facilitar la definición, comprensión, consenso y comunicación de dichas estrategias. Se pretende así mejorar la experiencia del aprendizaje, fomentando una dinámica creativa y colaborativa que permita empoderar al alumno a través de una mejor comprensión de la naturaleza de las estrategias software existentes. En definitiva, la propuesta pretende que el alumno sea un participante activo en lugar de un observador pasivo. Esta dinámica favorece un aprendizaje significativo que facilita la comunicación en el aula (a través de un vocabulario homogéneo basado en un conjunto de constructos claramente definidos) y, por consiguiente, propicia que el alumno desarrolle la capacidad de identificar constructos. La propuesta facilita la actividad de integrar diferentes estrategias a través de la aplicación del conjunto de constructos propuestos, permitiendo que los alumnos establezcan relaciones con conocimientos ya adquiridos. En este artículo se muestran los primeros resultados de un pequeño estudio empírico realizado en la asignatura de “Modelado y Análisis de Requisitos en Sistemas de Información” del grado de Ingeniería Informática – Tecnologías Informáticas de la Universidad de Sevilla. En esta experiencia docente se ha realizado una primera evaluación de la percepción de UX (User eXperience o experiencia de usuario) que tienen los alumnos sobre la técnica y herramienta que se propone en el presente artículo. La evaluación se ha realizado aplicando el UEQ (User Experience Questionnaire).

Este trabajo está organizado de la siguiente manera: En la sección 2 se muestran algunos de los trabajos relacionados con el presente proyecto. En la sección 3, se describen los artefactos

propuestos consistentes en un conjunto de constructos que permiten definir conceptualmente cualquier estrategia software que se enseñe en clase y un lienzo que incluye dichos constructos de forma organizada. En la sección 4 se explica la experiencia docente o procedimiento que se ha seguido con los alumnos para aplicar y evaluar la experiencia de los alumnos. Por último, se detallan las conclusiones más relevantes del trabajo.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Richard Rumelt (Rumelt, 2011) en su trabajo definió la estrategia como « *un conjunto coherente de análisis, conceptos, políticas, argumentos y acciones que responden a un desafío de alto nivel* ». En su libro, el concepto de « *estrategia* » es tratado como una solución que responde a un reto. El autor define tres elementos claros como núcleo de lo que considera una buena estrategia: (1) Un « *diagnóstico* », que defina o explique la naturaleza del reto, (2) una « *política orientadora* » (general) para afrontar el reto, para hacer frente a los obstáculos identificados en el diagnóstico y, por último, (3) una « *acción coherente* » destinada a llevar a cabo la política orientadora. Los pasos deben coordinarse muy estrechamente entre sí para conseguir el cumplimiento de la política orientadora anterior. El presente trabajo se fundamenta en el concepto de « *estrategia* » de Richard Rumelt como constructo principal para instrumentalizar la definición o descripción de cualquier estrategia software. En este sentido, también se inspira en el concepto de « *gestión estratégica* » y/o « *planificación estratégica* », como disciplinas claves relacionadas con el concepto de « *estrategia* » aplicada al software (Parker Gates, 2010) (Rand & Eckfeldt, 2004).

Por otro lado, otro concepto de relevancia para este estudio, es el concepto de « *aprendizaje significativo* » frente al « *aprendizaje pasivo* », ya que, en el aprendizaje significativo los conocimientos previos adquiridos por el alumno condicionan el modo en el que asociará la nueva información (Ordoñez-Olmedo & Mohedano-Sanchez, 2019). Finalmente, y con el propósito de evaluar la experiencia en clase del alumno sobre la aplicación de la técnica propuesta, se aplica UEQ (Schrepp, Hinderks, & Thomaschewski, 2017). UEQ es un cuestionario capaz de medir la experiencia del usuario. Este cuestionario se presenta como un modo seguro y confiable para establecer métricas en la experiencia del usuario cuando interactúan con productos interactivos.

3. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

A continuación, se explica el modelo teórico de constructos que se ha definido para facilitar la definición de las estrategias software y el lienzo o mapa de planificación estratégica que se ha utilizado como herramienta con los alumnos para definir dichas estrategias software.

3.1. Modelo teórico de constructos

La técnica que se propone emplea un vocabulario definido tomando como referencia los definidos en la literatura por la Ciencia del Diseño o Design Science (Johannesson & Perjon, 2014). Este vocabulario se integra con proposiciones o sentencias que expresan las relaciones que existen entre los constructos. En este vocabulario encontramos dos conceptos que definen los constructos clave: estrategia y táctica en equipo software. En el presente trabajo, un equipo software se define como un equipo de personas dedicadas a la producción, desarrollo y/o operaciones de software. La Figura 1 muestra cómo estos conceptos se relacionan entre sí. Un *plan estratégico* (*Strategic plan*) representa una *estrategia* (*Strategy*) concreta, la dirección que debe tomar un equipo software para alcanzar su objetivo. La estrategia responde al “porqué”, al “qué” y al “cuando”. Está compuesta por un Propósito, una Misión, una Visión, un Proceso

y un conjunto de Principios y Valores. Los constructos relacionados con la estrategia están sombreados en azul en la Figura 1.

- *Objetivo o Propósito (Purpose)*: Se refiere al objetivo general de una estrategia software, describe la meta a largo plazo de un equipo software.
- *Visión (Vision)*: Se refiere a la imagen que un equipo plantea o visualiza a largo plazo. Es una expectativa ideal sobre una situación que un equipo espera que ocurra.
- *Misión (Mission)*: La misión describe las actividades o acciones que permiten a un equipo alcanzar la visión que se haya definido. Es el trabajo, la función o el encargo que el equipo debe cumplir.
- *Principios y valores (Principles and values)*: Un principio es una norma o idea fundamental que rige la conducta de un equipo en cuanto a las prácticas. Los valores definen la importancia o relevancia de ciertas prácticas con respecto a otras.
- *Proceso (Process)*: Se trata de un conjunto organizado de *fases o etapas (Phase)* no necesariamente ordenadas. Cada fase o etapa tiene un *objetivo (Objective)* definido.

Por otro lado, un *plan táctico (Tactical plan)*, es una fase de proceso que incluye un objetivo específico. Un plan táctico está compuesto por un conjunto de tácticas. La *Táctica (Tactic)* es el detalle de cómo el equipo lleva a cabo su estrategia (es decir, definen, que hacer, cómo y por quién). Mientras que la estrategia es a largo plazo, la táctica se centra en el corto plazo y en las acciones concretas. Los constructos relacionados con el plan táctico están sombreados en naranja en la Figura 1.

- *Práctica (Practice)*: Representa un método y/o técnica. Una práctica necesita uno o más artefactos para dar soporte a la práctica. Además, una práctica usa o consume uno o más productos (outcomes).
- *Artefacto (Artifact)*: Representa algún tipo de soporte a las prácticas. Según la Ciencia del Diseño, existen 4 tipos: (i) *Constructo*: El vocabulario conceptual de un dominio. (ii) *Modelo*: Un conjunto de proposiciones o sentencias que expresan relaciones entre constructos. (iii) *Métodos*: Un conjunto de pasos llevados a cabo para desempeñar una tarea. (iv) *Instancias*: La operacionalización de constructos, modelos y métodos.
- *Resultado o producto (Outcome)*: Es una consecuencia o resultado de la aplicación de una o varias prácticas que aportan valor en un proceso.

Por último, el *operador (Operator)* representa el *Rol*, que interpreta las funciones de un miembro del equipo. Por ejemplo, FullStack Developer, FrontEnd Developer, Analista, Tester, etc. Los constructos relacionados con el rol están sombreados en verde en la Figura 1.

3.2. Lienzo o mapa como herramienta de planificación de estrategias software

Los constructos, modelos y métodos que se han explicado en la Sección 3.1 han sido organizados en un lienzo representado en la Figura 2. Este lienzo, o mapa estratégico, organiza los conceptos en una cabecera y 3 secciones (estrategia, táctica y operadores) y puede imprimirse en formato DIN-A1 en papel para su uso en equipo. Como si fuera un puzzle, pueden incluirse post-its de forma ágil para definir, comprender y consensuar en equipo cualquier estrategia software. En la cabecera, el equipo establece el propósito de la estrategia e información sobre para quién ha sido diseñado y por quién. Además, también se incluye la fecha y la versión actual

del modelo estratégico. En la primera sección, se definen los conceptos referentes a la estrategia, pueden incluirse post-its para definir la misión, visión, proceso (como un conjunto de etapas o fases) así como los principios y valores del equipo. En la segunda sección, se definen los conceptos referentes a la táctica, pueden incluirse post-its para definir las prácticas (métodos y/o técnicas), los artefactos que dan soporte a las prácticas y los productos y resultados que son producidos o consumidos por las prácticas. Todos los post-its referentes a las tácticas deben incluirse inmediatamente debajo de cada etapa o fase del proceso en el que se realiza. Por último, en la tercera sección, se definen los roles que desempeñan las prácticas. Con post-its de diferente color, pueden asociarse roles a prácticas, artefactos y outcomes concretos. De esta manera, se identifica claramente qué rol realiza qué práctica, con qué artefacto de soporte y qué se produce/consume en la cadena de valor.

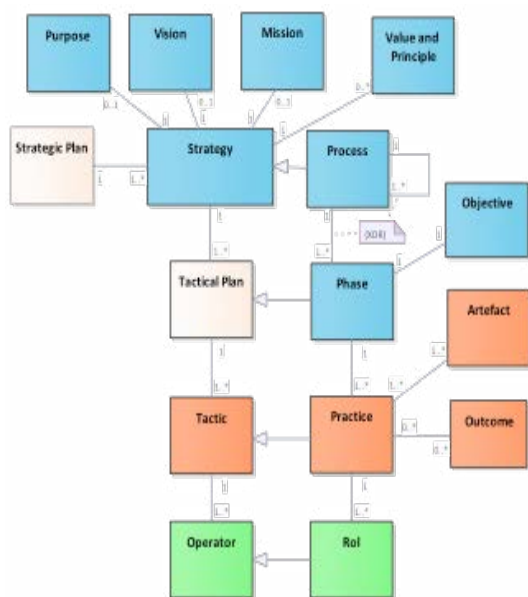


Figura 1. Modelo teórico de constructos

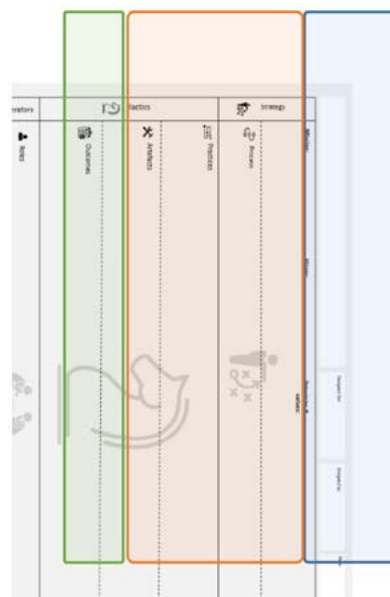


Figura 2. Lienzo o mapa para la planificación estratégica de equipos software

El lienzo pretende que el alumno sea un participante activo en lugar de un observador pasivo, facilitando así un aprendizaje significativo que dote al alumno de la capacidad de adquirir conceptos y establecer relaciones con conocimientos ya adquiridos. La actividad docente realizada ha consistido en un pequeño estudio empírico para evaluar la percepción de UX que tienen los alumnos de los artefactos generados para la aplicación del enfoque de planificación estratégica en el aprendizaje de estrategias software.

4. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

La herramienta propuesta en el presente artículo ha sido sometida a un cuestionario UEQ (Schrepp, Hinderks, & Thomaschewski, 2017) que permite evaluar la experiencia del alumno con respecto a la aplicación de la herramienta en el proceso de aprendizaje de estrategias software. La pregunta de investigación (PI) que dirige esta evaluación es: ¿Cuál es la percepción del alumno con respecto a su experiencia en el aprendizaje con la herramienta propuesta? Esta PI se deriva a partir de la interacción profesor-alumno y la aplicación de la herramienta propuesta. Los participantes en este primer estudio empírico fueron 15 estudiantes de la asignatura de “Modelado y Análisis de Requisitos en Sistemas de Información” del grado de Ingeniería Informática – Tecnologías Informáticas de la Universidad de Sevilla.

4.1. Configuración de la actividad

La actividad realizada se dividió en 4 fases : (i) La primera fase se centró en una presentación y explicación detallada de los constructos y del lienzo mediante videos explicativos que se vieron los alumnos en casa. (ii) La segunda fase fue una sesión de 30 minutos. En ella se realizó un concurso de preguntas usando Kahoot para validar los conocimientos adquiridos y aclarar dudas con los alumnos. (iii) La tercera fase involucró 3 sesiones de clases en las que se aplicó la técnica y herramienta propuesta para aprender estrategias software. En total se invirtieron 6 horas. Se propuso la definición de varias estrategias software: Design Thinking (sobre descubrimiento), DevOps (sobre desarrollo y operaciones software) y Scrum (sobre gestión del desarrollo software). Se utilizó la herramienta online “Mural” para llevar a cabo la actividad. El profesor fue explicando a los alumnos los procesos, prácticas, artefactos, roles, etc. Los alumnos, de forma activa, iban identificando conceptos, definiéndolos en post-its y colocándolos en los lugares adecuados del lienzo o mapa estratégico según correspondía. El profesor iba además validando con los alumnos que los conceptos se identificaban de forma correcta y que el modelo estratégico definido por los alumnos en el lienzo era el adecuado. (iv) La cuarta fase tuvo como objetivo recoger la impresión de los alumnos mediante una encuesta: <https://cutt.ly/AnaSNEo>. Para ello se hizo una evaluación de la percepción de la experiencia que tienen los alumnos sobre la técnica. En esta sesión se les dio a los alumnos el cuestionario UEQ y se les pidió que lo rellenaran de forma anónima.

4.2. Resultados

Los resultados de las encuestas muestran que la técnica es percibida por los alumnos como una técnica de aprendizaje novedosa, estimulante y atractiva. En controlabilidad fue “Buena” y, finalmente, para la percepción de transparencia y eficiencia se obtuvieron valores por encima de la media. Esto implica que la calidad hedónica (estimulación, novedad y atracción) fue percibida como “Excelente”, pero la calidad pragmática (transparencia, eficiencia y controlabilidad) como “Buena” o “Por encima de la media”.

Además, se obtuvieron valores de desviación estándar en la escala de “Estimulación” bastante bajos, lo que podría implicar cierto consenso en cuanto al valor de estos indicadores. En cuanto a la consistencia interna de la escala, fue medida calculando el Alfa de Cronbach. Se obtuvo un valor mayor que 0,7 para la escala de “Estimulación” (0,89) y para la escala de “Atracción” (0,84). Para el resto de las escalas se obtuvieron valores menores que 0,7 (0,43 – 0,59) pero nunca negativos. Que no se hayan obtenido valores negativos en dicha escala implica que no se han detectado inconsistencias en las respuestas de los alumnos. La Figura 3 muestra los resultados obtenidos para las diferentes escalas.

4.3. Discusión

Se trata de una muestra muy pequeña que aún no es lo suficientemente significativa como para demostrar la consistencia de los datos y la validez de los resultados. Teniendo en cuenta la muestra tan pequeña y dada la consistencia obtenida con el Alfa de Cronbach para “Novedad”, solo puede validarse que la propuesta es percibida, al menos, como atractiva, estimulante y novedosa. Sea la propuesta percibida como novedosa, estimulante y atractiva, aún no resuelve si la técnica propuesta es efectiva y eficiente en cuanto al aprendizaje de estrategias software. Se tendrán, por tanto, que realizar más estudios empíricos que permitan validar los resultados que aquí se muestran y determinar la efectividad y eficiencia del aprendizaje utilizando el enfoque de la planificación estratégica.



Figura 3. Resultados obtenidos

4.4. Amenazas a la validez

Entre las amenazas internas a la validez encontramos una población de participantes no muy grande. Esto puede afectar en que la muestra obtenida no sea representativa de la opinión generalizada. Por otro lado, como amenaza externa, los alumnos participantes, solo por el hecho de saber que están siendo observados y medidos (pocos alumnos y todos de la misma asignatura) podrían responder de forma diferente.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Los primeros resultados muestran que la técnica es percibida por los alumnos como una técnica de aprendizaje novedosa, estimulante y atractiva. Se necesitarán validaciones con grupos más numerosos para demostrar la validez de los resultados. Estos primeros resultados de la experiencia de la técnica permiten reconfigurar y mejorar las próximas experiencias docentes que se realicen en otras asignaturas. Se trata, por tanto, de una primera toma de contacto con los alumnos, que sirve de modelo de referencia para realizar un estudio más amplio y que incluya preguntas de investigación, como, por ejemplo, sobre la eficiencia o eficacia de la propuesta en el aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España (PID2019-105455GB-C31).

REFERENCIAS

- Díaz Barriga, F. (2010). *Estrategia Docentes para un Aprendizaje Significativo*. McGraw Hill Education.
- Johannesson, P., & Perjon, E. (2014). *An Introduction to Design Science*. Springer International Publishing, DOI: 10.1007/978-3-319-10632-8.

- Kim, G., Humble, J., Debois, P., & Willis, J. (2016). *The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations*. IT Revolution Press, LLC. Print ISBN:978-1942788003.
- Ordoñez-Olmedo, E., & Mohedano-Sanchez, I. (2019). El aprendizaje significativo como base de las metodologías innovadoras. *Hekademos: revista educativa digital*, 18-30.
- Parker Gates, L. (2010). Strategic Planning with Critical Success Factors and Future Scenarios: An Integrated Strategic Planning Framework. *Carnegie Mellon, TECHNICAL REPORT, CMU/SEI-2010-TR-037, ESC-TR-2010-102*.
- Rand, C., & Eckfeldt, B. (2004). Aligning strategic planning with agile development: extending agile thinking to business improvement. *Agile Development Conference* (pp. 78-82). Salt Lake City: doi: 10.1109/ADEV.2004.5.
- Rumelt, R. (2011). *Good Strategy/Bad Strategy*. New York: PROFILE BOOKS LTD.
- Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2017). Construction of a Benchmark for the User Experience Questionnaire (UEQ). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 40-44.
- Sutherland, J., & Schwaber, K. (2021). *Scrum guides*. Récupéré sur <https://scrumguides.org/>

Utilización de nuevas herramientas tecnológicas en prácticas docentes de fundición en arena

Ángel Mariano Rodríguez-Pérez^a, Aguasanta Miguel-Sarmiento^a

Angel.rodriguez@dcu.uhu.es; amsarmiento@uhu.es

^aDepartamento de Ingeniería Minera, Mecánica, Energética y de la Construcción,
Universidad de Huelva, Huelva.

ABSTRACT

This work shows the methodology applied in a sand casting practice, which has been carried out by the 2nd year students of the Degree in Mechanics at the University of Huelva. This practice consists of three phases: in the first phase, the model of the part is designed using a 3D modelling programme. In order to design it, the volume of the sprue to be used must be decided from the two available. In the second phase, the best model made by the students is printed on a 3D printer. In the third and final phase, the part is manufactured. To do this, the tin is melted and poured into the sprue at a temperature of 260 °C. After waiting 30 minutes for the part to cool, it is demoulded and the results are analysed. With this practice, a kind of competition is held among the students to see who can make the best model, with the prize being the manufacture of the piece. It has been very well received by the students, as they learn the whole sand casting manufacturing process with a high degree of motivation.

Keywords: Solidworks, Inventor, 3D printer, tin.

RESUMEN

Este trabajo muestra la metodología aplicada en una práctica de fundición en arena, la cual ha sido realizada por los alumnos de 2º del Grado de Mecánica de la Universidad de Huelva. Esta práctica consta de tres fases: en la primera, el modelo de la pieza es diseñado mediante un programa de modelado en 3D.

Para el diseño de la misma hay que decidir el volumen del bebedero a utilizar de los dos que hay disponibles. En la segunda fase, el modelo mejor realizado por los alumnos es impreso en una impresora 3D. En la tercera y última fase se fabrica la pieza. Para ello se funde el estaño y se vierte en el bebedero a una temperatura de 260 °C. Tras esperar 30 minutos a que se enfríe la pieza, se desmolda y se analizan los resultados obtenidos. Con esta práctica se realiza una especie de concurso entre los alumnos para ver quien realiza el mejor modelo, obteniéndose como premio la fabricación de la pieza. Se ha conseguido una gran aceptación entre los alumnos ya que aprenden todo el proceso de fabricación mediante fundición en arena con un alto grado de motivación.

Palabras clave: Solidworks, Inventor, impresora 3D, estaño.

1. INTRODUCCIÓN

La fundición en arena es uno de los métodos de fundición más antiguos, el cual consiste en colocar un patrón en arena para dejar la huella de la pieza que se pretende realizar. Se incorpora un sistema de compuertas para llenar la cavidad resultante con metal fundido, permitiendo que el metal se enfríe hasta solidificar (Kalpakjian et al., 1995).

En lo que respecta al parte medio ambiental, las técnicas de fabricación convencionales no han sido objeto de estudio por los ecologistas industriales hasta la fecha. Las técnicas mas novedosas son las que atraen más la atención a medida que pasan rápidamente de la investigación a escalas globales, amplificando sus consecuencias ambientales (Dalquist et al., 2004).

Los residuos de arena de fundición como subproducto de las industrias de fundición de metales pueden causar problemas ambientales, no obstante, se están realizando investigaciones para reutilizar esas arenas residuales y producir con ellas hormigón ecológico y de bajo coste (Pathariya et al., 2013).

La impresión 3D de moldes de arena, mediante la tecnología de inyección de aglutinante para una colada rápida, desempeña un papel vital a la hora de proporcionar un mejor valor para la industria de la fundición de más de 5000 años, al producir moldes de arena económicos y de calidad (Upadhyay et al., 2017). La impresión 3D, que es un proceso de producción automatizado con control capa por capa, se ha desarrollado rápidamente en los últimos años.

Hay que recordar que aún esta en desarrollo, como ocurre en la industria de la construcción en la cual se están realizando estudios constantes para consolidar la estabilidad y expandir la aplicabilidad de dichas impresoras (Wu et al., 2016).

En lo que respecta al uso de las impresoras 3D en la medicina es muy amplio, se puede usar en la fabricación de tejidos y órganos, creación de prótesis, implantes y modelos anatómicos personalizados, así como el uso para farmacéuticas (Ventola et al., 2014).

2. MATERIAL Y MÉTODO

En primer lugar, se les explica a los alumnos de Tecnología Mecánica de 2º del Grado de Mecánica el material del que disponemos para realizar la actividad en cuestión (Figura 1) y de las fases que se va a componer la misma. La práctica se ha realizado en tres fases:



Figura 1. Materiales para la realización de la práctica

Fase 1: Diseño se la pieza.

Se les pide a los alumnos que calculen el volumen de la pieza que se va a fabricar para poder usar uno de los dos bebederos que vienen con el equipo y así a la hora de diseñar la pieza poder ponerle el volumen correcto. Con este dato ya pueden diseñar el modelo, el cual tiene que tener unas características determinadas para el moldeo en arena. El diseño de los modelos se realizará en grupos de 3-4 personas. El “premio”, a parte de una mejor nota en dicha practica, es para el modelo que tenga un mejor diseño, el cual se imprimirá en una impresora 3D y se hará la fundición en el molde de arena con ella.

Fase 2: Impresión de la pieza en 3D.

El mejor diseño se selecciona teniendo en cuenta el volumen de la pieza, el ángulo de despulla, etc. Por último, también se tiene en cuenta que el diseño sea de una pieza relacionada con titulación en Ingeniería Mecánica. El modelo se imprime en una impresora 3D de la marca ULTIMAKER modelo Original + (Figura 2).

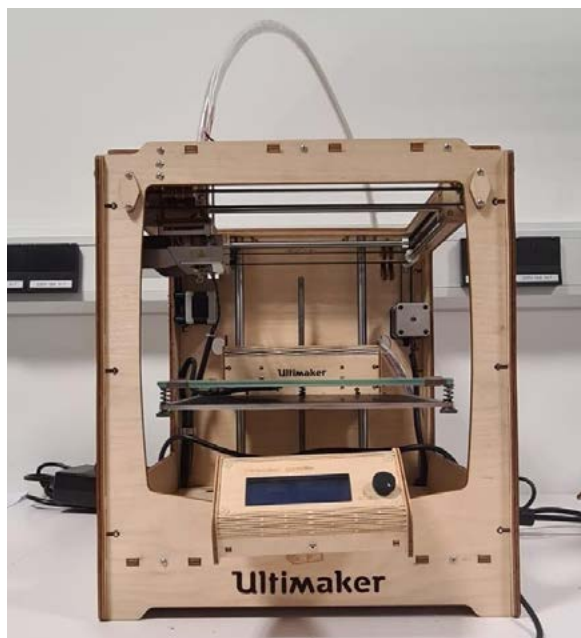


Figura 2. Impresora 3D ULTIMAKER Original+

Fase 3: Fabricación de la pieza.

En esta ultima parte se fabrica la pieza en molde de arena con el modelo impreso en 3D. El metal es fundido y vertido por el bebedero correspondiente. Una vez transcurrido el tiempo de enfriamiento se desmolda la pieza y se analizan los resultados obtenidos.

Tanto en la fase 1 como en la fase 2, se han utilizando las nuevas tecnologías disponibles en el departamento para la realización de las piezas por moldeo. Con este tipo de nuevas tecnologías podemos “modernizar” un método que es de los mas antiguos existentes en lo que a la fabricación de piezas se refiere.

3. RESULTADOS

En este apartado se han analizado los resultados obtenidos con los alumnos en cada una de las fases.

En la primera fase los alumnos fueron divididos en grupos de 3-4 personas con objeto de calcular el volumen y las dimensiones máximas que podría tener la pieza a fabricar con el material que disponemos. El volumen calculado por los alumnos osciló entre 55 y 57 cm³, mientras que las dimensiones fueron de 15x15x10 cm. Una vez realizados los cálculos, se procedió al diseño del modelo en programas de modelado en 3D. Los programas utilizados fueron Inventor y Solidworks. Las piezas elegidas por los alumnos para realizar los modelos fueron relacionadas con Ingeniería Mecánica. La pieza ganadora fue una biela unida al pistón para poder imprimirla en 3D (Figura 3).

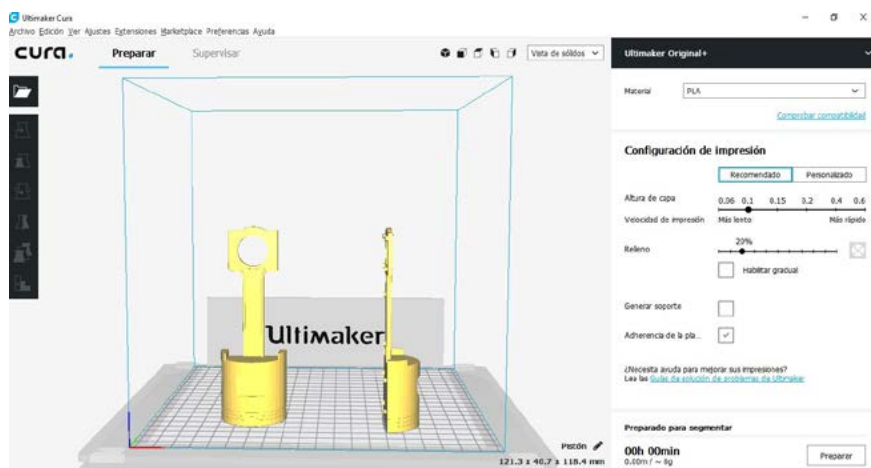


Figura 3. Biela-Pistón

En la fase 2 se realizó la impresión del modelo en 3D, el cual se muestra en la Figura 1. Este modelo está compuesto por dos mitades blancas como se observa en dicha figura. Además, se puede observar cómo uno de las mitades del modelo viene para que pueda encajar una mitad de la pieza con la otra pieza y obtener un mejor resultado a hora de realizar el molde.

En la fase 3 se procede a la realización del molde de arena (Figura 4), para posteriormente fundir el metal y verterlo por el bebedero a 260°C. El metal utilizado fue estaño (Sn 99% y Cu 1%). Una vez vertido el fundido en el molde a la temperatura de colada, se espera 30 minutos a que se enfríe el mismo para poder desmoldarlo. Por último se analizan los resultados obtenidos para poder evaluar los defectos, imperfecciones o errores que haya podido ocurrir a la hora de la realización de práctica. La pieza obtenida en estaño se puede observar en la Figura 1 con su correspondiente bebedero.



Figura 4. Realización del molde en arena

Por último, en lo referente a las calificaciones de los alumnos en esta práctica, han sido bastante buenas y ha tenido una gran aceptación dentro del alumnado. Después de los resultados obtenidos se pretende repetir durante los próximos cursos.

4. CONCLUSIONES

Con la metodología aplicada en la realización de esta práctica se han obtenido varios aspectos positivos. En primer lugar ha sido la parte “competitiva” a la hora de realizar el concurso, y como consecuencia, ver qué grupo realizó el mejor diseño del modelo. Por otro lado, los alumnos han podido comprobar cómo se pueden adaptar estas técnicas tradicionales a las nuevas tecnologías con la utilización de una impresora 3D y programas de modelado en 3D como Inventor o Solidworks.

El proceso metodológico seguido obtiene como resultado una mayor motivación del alumno por el aprendizaje de esta técnica de fabricación ya que han estado implicados desde el proceso de diseño hasta su obtención final. En lo que respecta a la aceptación por parte del alumnado ha sido bastante buena, por lo que se tiene intención de repetir esta actividad los próximos cursos.

REFERENCIAS

- Dalquist, S., & Gutowski, T. (2004, January). Life cycle analysis of conventional manufacturing techniques: sand casting. In ASME International mechanical engineering congress and exposition (Vol. 47136, pp. 631-641).
- Pathariya Saraswati, C., Rana Jaykrushna, K., Shah Palas, A., & Mehta Jay, G. (2013). Application of waste foundry sand for evolution of low-cost concrete.
- S. Kalpakjian, Manufacturing Engineering and Technology, 3rd Edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1995.
- Upadhyay, M., Sivarupan, T., & El Mansori, M. (2017). 3D printing for rapid sand casting. Journal of Manufacturing Processes, 29, 211-220.
- Ventola, C. L. (2014). Medical applications for 3D printing: current and projected uses. Pharmacy and Therapeutics, 39(10), 704.
- Wu, P., Wang, J., & Wang, X. (2016). A critical review of the use of 3-D printing in the construction industry. Automation in Construction, 68, 21-31.

Diseño 3D y Técnicas Online en Proyectos de Infraestructura Común de Telecomunicaciones

Julio Jose Caparros Mancera^a

julio.caparros@diesia.uhu.es

^aUniversidad de Huelva, Campus El Carmen, Av. del Tres de Marzo, 21007 Huelva, España

ABSTRACT

The global health situation has caused society to adapt to a remote communication model through the use of virtual platforms and online teleconferences. Teaching has been adapted, most of the time with short time margin for planning. With this, face-to-face courses with satisfactory results in previous years have encountered difficulties in communication with the students. This has especially affected technical teachings. This article develops a proposal of adaptation in a subject related to elaboration of Common 'Telecommunications Infrastructure' projects. It begins with the use of 3D design tools for better visualization of the context. The planning and methodology are adapted to self-work, with a guided platform and online flipped classroom sessions. In addition, the evaluation methodology is presented in a previous session of active self-evaluation. The results show high levels of motivation and active participation of the students, together with a satisfactory application of knowledge and very good oral defense of the projects developed.

Keywords: 3D Design, Common Telecommunications Infrastructure Projects, Flipped Classroom, Online Teaching.

RESUMEN

La situación sanitaria global ha provocado la adaptación de la sociedad a un modelo de comunicación a distancia mediante el uso de plataformas virtuales y teleconferencias online. Las enseñanzas se han adaptado, en la mayoría de ocasiones con poco margen temporal para la planificación. Con ello, asignaturas presenciales de resultados satisfactorios en años anteriores, se han encontrado con dificultades en la comunicación con el alumnado. Esto ha afectado especialmente a las enseñanzas técnicas. Este artículo desarrolla una propuesta de adaptación en una asignatura de elaboración de proyectos de infraestructura común de telecomunicaciones. Se comienza con el uso de herramientas de diseño 3D para mejor visualización del contexto. Se adapta la planificación y metodología a la combinación del autotrabajo, con una plataforma guiada, y sesiones online de aula invertida. Además se presenta la metodología de evaluación en una sesión previa de autoevaluación activa. Los resultados muestran altos índices de motivación

y participación activa del alumnado, unidos a una correcta aplicación del conocimiento y muy buena defensa oral de los proyectos desarrollados.

Palabras clave: Diseño 3D, Proyectos de Infraestructura Común de Telecomunicaciones, Aula Invertida, Enseñanza Online.

1. INTRODUCCIÓN

La situación provocada por la pandemia ha llevado consigo el uso de técnicas de trabajo, investigación y docencia online (Esquerda, 2021; Evrard, Zwolinski, & Brissaud, 2021; Mishra, Gupta, & Shree, 2020). En especial, la docencia ha pasado por una situación de adaptación, en muchos casos sin tiempo suficiente de planificación de la metodología didáctica. A pesar del carácter intermitente entre la docencia in situ y la virtual, los docentes han demostrado su iniciativa y creatividad a la hora de adaptarse. En el caso de las clases de enseñanzas teóricas se ha hecho uso de videoconferencias y recursos como pizarras electrónicas. Para las enseñanzas prácticas se ha hecho uso de entornos de simulación, laboratorios remotos y recursos de visión aumentada y realidad virtual (Pettitt-Schieber et al., 2021; Vivas et al., 2020). Así, a nivel de recursos tecnológicos, se podría considerar que las enseñanzas han planificado exitosamente sus didácticas a distancia (Daumiller et al., 2021).

Sin embargo, a pesar de lo interesante de todos estos recursos de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), los docentes se han encontrado con un gran reto que abordar: la motivación del alumnado. Se ha constatado gran dificultad a la hora de ser capaz de transmitir y retener los conocimientos en los alumnos, así como su iniciativa en participación activa en las sesiones, tanto prácticas como teóricas (Eberle & Hobrecht, 2021). Las videoconferencias son un recurso de grandes capacidades para acercar distancias, aunque puede volverse en contra. En clases numerosas, donde son muchos alumnos, estos prefieren en su mayoría no hacer uso de la cámara y el micrófono. Se sienten incómodos y el hablar les provoca la sensación de ser observados desde el silencio por todos sus compañeros. En bastantes ocasiones son los propios docentes los que propician esta situación, dado que por evitar sonido de fondo de los alumnos, o querer aumentar la velocidad de transmisión de sus presentaciones, debido a insuficiente conexión a internet, piden expresamente que los alumnos apaguen sus cámaras y micrófonos, en lugar de adaptar la presentación a medios más estáticos, o dinamizados desde los equipos de los alumnos bajo la guía y dirección del docente (Russell, Neustaedter, Tang, Judge, & Olson, 2021).

Esta situación ha afectado especialmente a las enseñanzas técnicas. Se tratan de asignaturas que abarcan cuestiones tecnológicas que requieren de mucha atención para su comprensión y capacidad de aplicación. Así también en las sesiones prácticas, la falta de trabajo en grupo y manejo de herramientas in situ en laboratorio ha complicado más esta situación (Hofer, Nistor, & Scheibenzuber, 2021).

Atendiendo a esta situación, este artículo muestra el desarrollo de recursos TIC, en especial el diseño 3D, adaptados a la enseñanza online de elaboración de proyectos de Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT). Se trata de una asignatura impartida en Ingeniería Informática, con la que los alumnos adquieren los conocimientos y créditos suficientes para que, tras su superación y titulación, se les atribuya la capacidad de desarrollar este tipo de proyectos en el marco profesional. Dado este carácter, se trata de una asignatura extensa, con mucha legislación que comprender y aplicar correctamente, así como requiere de la elaboración de un documento de gran extensión. Por ello se han añadido técnicas de diseño 3D con los que fortalecer la capacidad de visualización del objetivo a abordar, técnicas de realimentación de los objetivos cumplidos y una autoevaluación previa a la hora de desarrollar las presentaciones

del alumnado de sus proyectos. Con esto se ha conseguido fortalecer la motivación y la participación activa, como así lo constatan los buenos resultados a nivel de satisfacción personal y académico del alumnado.

2. METODOLOGÍA

Para la adaptación online de la asignatura de elaboración de proyectos ICT, con el objetivo de aumentar la motivación y participación activa del alumnado, se han tenido en cuenta tres acciones principales:

- Desarrollo de la vivienda en 3D
- Sesiones de autotrabajo dirigido con aula invertida
- Autoevaluación previa de las presentaciones de los proyectos

2.1. Desarrollo de la vivienda en 3D

Los proyectos ICT son documentos muy extensos, que requieren del desarrollo de numerosos planos y clasificación de los componentes de la instalación. Además, todo ello se basa en la correcta aplicación de la legislación y normativa vigente.

Como punto de partida en las sesiones prácticas, se ha propuesto que el alumnado, en grupos de dos personas para el desarrollo de sus proyectos, diseñen y generen el modelo en 3D de la vivienda. Con la visualización del edificio, creado por ellos mismos, se pretende familiarizar al alumnado con el contexto donde van a desarrollar el proyecto completo.

Previo a su realización, se realiza una sesión de formación en la que se enseñan los conceptos básicos y entornos de diseño 3D principales. Así los alumnos han adquirido conocimientos suficientes para comenzar a trabajar con los software Tinkercad, Blender y SketchUp, Figura 1, aunque los alumnos han tenido libertad de utilizar el software de su preferencia. Los tres son software libre, facilitando el acceso a los alumnos a recursos TIC desde sus equipos en casa.

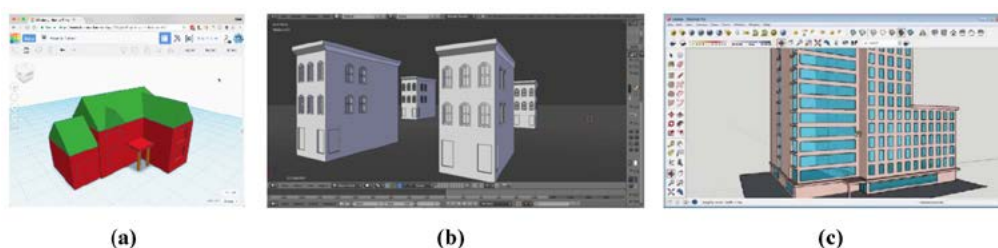


Figura 1. Entornos de diseño 3D: (a) Tinkercad; (b) Blender; (c) SketchUp.

2.2. Sesiones de autotrabajo dirigido con aula invertida

Dado lo extenso de la realización del proyecto, las sesiones prácticas se han dividido en varias sesiones graduales y con capacidad de adaptación a los diferentes perfiles. Así los alumnos conocen desde la sesión de presentación todos los objetivos a realizar. En lugar de asociar de manera exclusiva ciertos objetivos a cada sesión, los objetivos se inician en una sesión, pero no se dan por finalizados hasta el final. Además, en lugar de convertirlo en una lista de objetivos que va aumentando, para evitar esa posible sensación de tareas atrasadas, se le da caracterización a los objetivos en cada una de sus fases, de manera progresiva. Así por ejemplo, el Objetivo 2.9 Esquema de la red de fibra óptica, que comienza en la sesión 2, se denomina inicialmente como “inicio al Objetivo 2.9”, en la siguiente sesión “avances en el Objetivo 2.9”, a continuación “mejoras en el Objetivo 2.9”, y así hasta llegar a “autoevaluación del Objetivo 2.9”.

Además, en cada sesión los alumnos conocen los objetivos antes de comenzar, así como los recursos necesarios. De esta manera las sesiones comienzan con un breve repaso al conocimiento necesario y su manera de aplicación, continuando con la participación activa del alumnado que es el que realiza sus propuestas iniciales de cómo va a abordar el reto planteado y se da un contexto de resolución de dudas comunes con un enfoque a la creatividad.

A lo largo de la sesión se plantea alternativamente trabajo en grupo, con guía a petición y retroalimentación activa periódica de los avances. Antes de acabar la sesión se plantean las conclusiones finales de los objetivos de la sesión y se realiza un breve adelanto de la siguiente sesión para motivar su preparación previa.

La metodología didáctica desarrollada de aula invertida se muestra en la Figura 2.

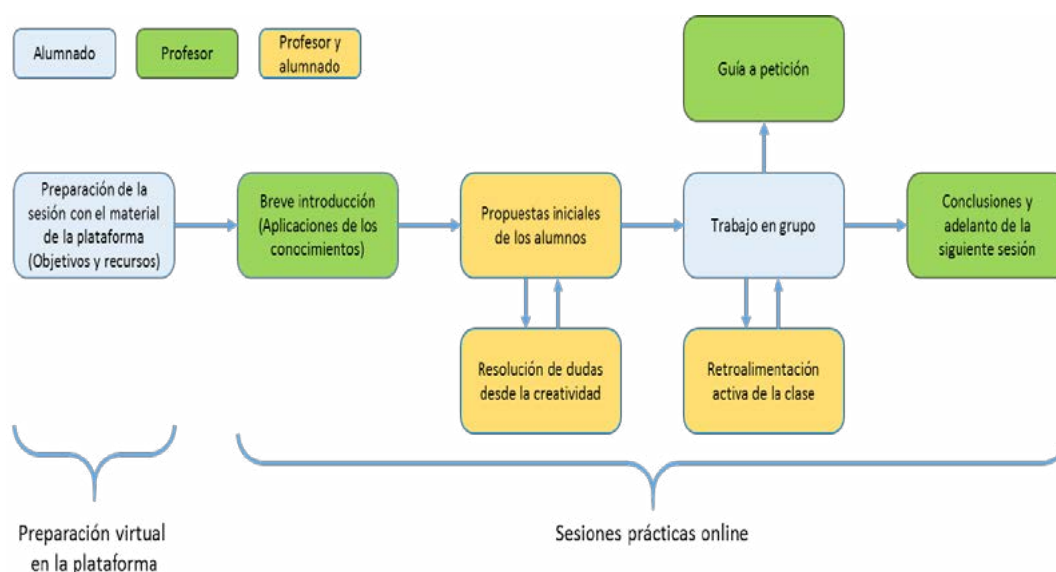


Figura 2. Planificación y metodología didáctica de aula invertida

2.3. Autoevaluación previa de las presentaciones de los proyectos

Una vez alcanzados todos los objetivos planteados, a través del desarrollo de todas las sesiones prácticas en aula invertida y el autotrabajo con la plataforma, antes de realizar la entrega final del proyecto ICT, cada grupo realiza una defensa oral de su proyecto. La defensa se realiza de manera online por teleconferencia, al igual que las sesiones prácticas, ante el profesor y el resto del alumnado de la asignatura. Para dar mayor visualización y dinamismo se les propone y recomienda el uso de soportes audiovisuales de presentaciones en formato libre.

Antes de realizar las sesiones de presentaciones, se realiza una sesión práctica específicamente para preparar las defensas con los alumnos. En esta sesión se les dispone del baremo que va a ser utilizado, con todos sus apartados y puntuaciones. Además se plantean supuestos donde son los propios alumnos los que autoevalúan propuestas de los compañeros y otras realizadas por el profesor. El objetivo de esta sesión de autoevaluación previa va mucho más allá de realizar una buena defensa. El objetivo final es la preparación profesional para defender proyectos y la capacidad de autocrítica y autoaprendizaje. En las enseñanzas técnicas es una faceta que a veces se deja a una posición de menor relevancia, cuando es primordial en la carrera profesional al acabar sus estudios.

El baremo utilizado se muestra en la Tabla 1. Durante la sesión de preparación se especifica, contextualiza y se pone en práctica cada uno de los criterios, así como se delimitan los grados favorables, mejorables y no favorables.

Tabla 1. Baremo para la autoevaluación y evaluación de las presentaciones

Criterio	1 punto	0.5 puntos	0 puntos
Saludo y presentación	Sí	Mejorable	No
Uso de la cámara	Sí	Mejorable	No
Discurso fluido	Sí	Mejorable	No
Soportes audiovisuales	Sí	Mejorable	No
Presentación estructurada	Sí	Mejorable	No
Síntesis	Sí	Mejorable	No
Objetivo y formal	Sí	Mejorable	No
Dominio de la materia	Sí	Mejorable	No
Discurso convincente	Sí	Mejorable	No
Ofrece y responde a las preguntas	Sí	Mejorable	No

3. RESULTADOS

Una vez realizadas las diferentes sesiones se constatan resultados muy positivos, reflejados en cada una de las acciones que conforman los ejes de esta propuesta didáctica para favorecer la motivación y participación activa en las clases online.

3.1. Desarrollo de la vivienda en 3D

Los alumnos muestran un gran interés por esta fase del proyecto. Superan las expectativas y desarrollan diseños 3D que bien podrían ser incluso el inicio de un diseño 3D dinámico para realizar animaciones y producción audiovisual aplicada a las TIC.

Se muestran a continuación algunos ejemplos destacados desarrollados por los alumnos en las sesiones prácticas, Figura 3. La variedad y el alcance es diverso, consiguiendo una gran participación. Se tienen diseños que incluso muestran capturas de la recreación de la urbanización con su iluminación, Figura 3 (a). También hay gran número de diseños 3D con alto nivel de detalle, Figura 3 (b). Otros alumnos optan por asegurar disposición y medidas estimadas, más allá de dedicar tiempo a los detalles, Figura 3 (c). Finalmente, algunos alumnos, en un enfoque práctico, utilizan herramientas de ofimática para generar diseños 3D, Figura 3 (d).

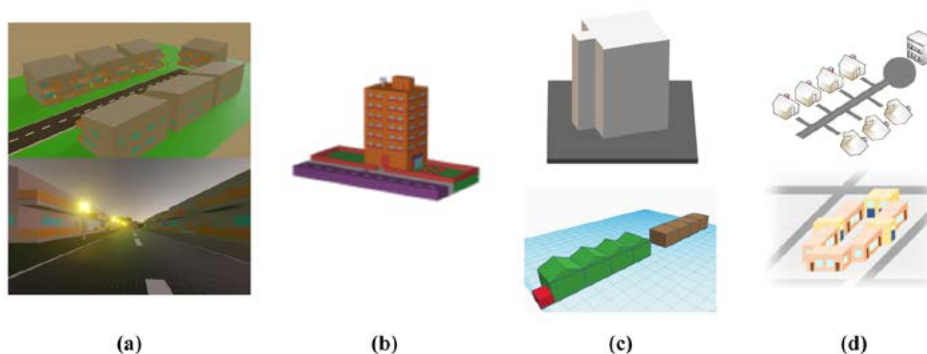


Figura 3. Diseños 3D desarrollados por los alumnos.

Los principales resultados de esta acción se han cuantizado, en base a la perspectiva del profesor y la retroalimentación recibida por los alumnos en las sesiones de prácticas de la asignatura, Figura 4. Se constata una participación total, mucha creatividad y uso avanzado del

software de diseño 3D. Los alumnos visualizan bastante mejor el contexto y ante todo genera mucha motivación para la siguientes sesiones.

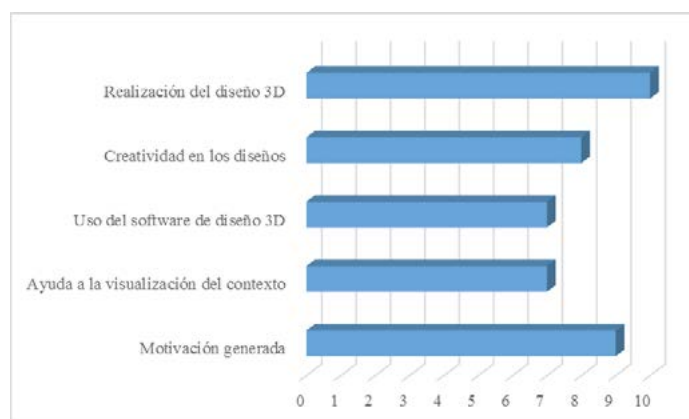


Figura 4. Resultados de la acción “Desarrollo de la vivienda en 3D”

3.2. Sesiones de autotrabajo dirigido con aula invertida

La propuesta didáctica para la planificación y metodología propuesta, con el uso del autotrabajo dirigido, a través de la plataforma, y el aula invertida, Figura 2, genera muy buenos resultados. El principal objetivo de esta acción es aumentar la participación activa de los alumnos, tan complejo en muchas ocasiones con las clases virtuales por teleconferencia. En la Figura 5 se muestran los principales resultados. Se aprecia una preparación bastante buena con el uso de la plataforma y el autotrabajo. Se propicia mucha creatividad en las propuestas del alumnado y un avance adecuado acorde a la planificación. Les cuesta retener ciertos conceptos, por la extensión de la materia, aunque lo contrarrestan con una adecuada aplicación de los mismos con la guía del profesor. La participación activa es excelente y la didáctica genera mucha motivación.

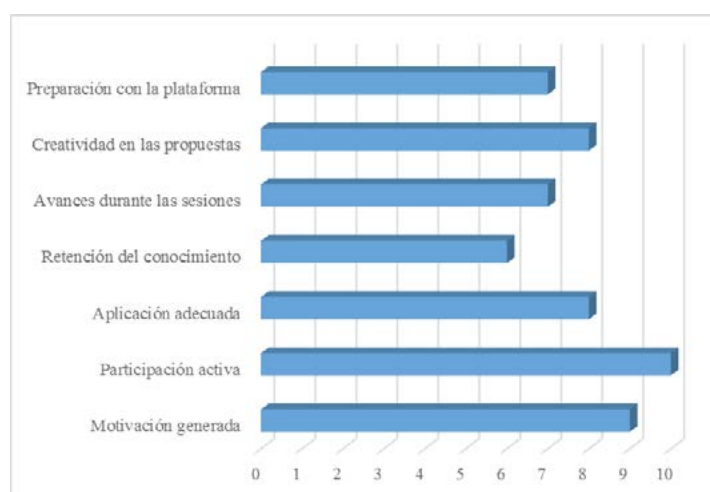


Figura 5. Resultados de la acción “Sesiones de autotrabajo dirigido con aula invertida”

3.3. Autoevaluación previa de las presentaciones de los proyectos

Respecto a la autoevaluación previa a las presentaciones los alumnos tienen claros los criterios a los que tienen que atenerse y se propicia un contexto adecuado para delimitar el alcance de sus proyectos a los mismos. Se los proporcionan técnicas efectivas para una correcta presentación oral y se le introduce a diferentes medios de soporte audiovisual. Así los alumnos

aprenden practicando en un entorno libre de situaciones tensas que provocan las evaluaciones finales. En la Figura 6 se muestran los resultados de esta acción. Se constata bastante interés por la preparación en la sesión de autoevaluación y unos resultados previos adecuados. Estos son mejorados en la sesión de evaluación, gracias a una correcta aplicación de lo aprendido en la sesión de preparación y autoevaluación. El uso de soportes audiovisuales, salvo en contados grupos, se limita al uso de presentaciones estáticas, aunque con gran calidad en su contenido y discurso. La participación durante la evaluación es muy alta, tanto con los alumnos proponiendo preguntas a sus compañeros, como estos respondiéndolas de manera eficaz propiciando debates de gran interés, por lo que la motivación es elevada.

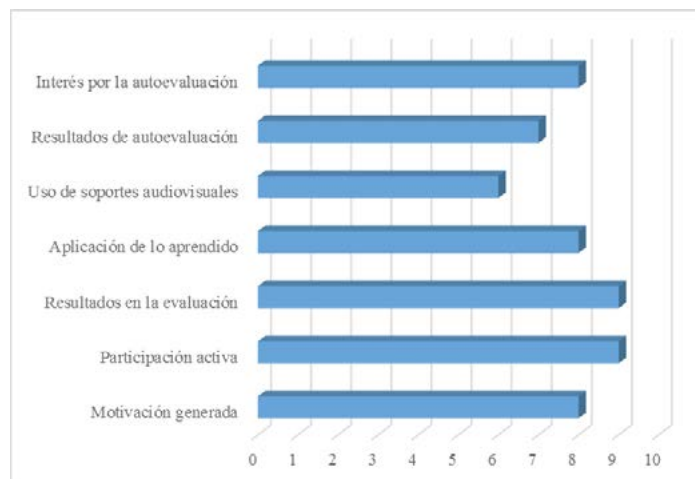


Figura 6. Resultados de la acción “Autoevaluación previa de las presentaciones de los proyectos”

4. CONCLUSIONES

La adaptación de las enseñanzas técnicas sin preaviso a la enseñanza virtual ha provocado ciertas situaciones de dificultad para la comunicación efectiva entre el profesorado y el alumnado. Ante ello, este artículo muestra la propuesta didáctica realizada en una asignatura de elaboración de proyectos ICT. Se hace uso de herramientas de diseño 3D para dar mejor visualización del contexto y aumentar la motivación ante los siguientes objetivos del proyecto. Se implementa una planificación y metodología basada en el autotrabajo, con ayuda de la plataforma de enseñanza, y el desarrollo de sesiones prácticas online con técnicas de aula invertida. El alumnado muestra gran interés, motivación y participación activa, así como un buen avance y aplicación de los conocimientos durante el desarrollo de las sesiones. Finalmente se propone una autoevaluación previa a la sesión de evaluación de la defensa de los proyectos. Con ello se aporta un entorno para aprender practicando, con lo que los alumnos asimilan la importancia de los criterios a evaluar en una defensa oral y los aplican correctamente. Además se genera un clima de participación y debate entre el alumnado durante la evaluación, obtenido muy buenos resultados académicos. En global, con esta propuesta se ha conseguido el objetivo de que una asignatura de carácter extenso y normativo, adaptada a la enseñanza online, consiga altos índices de motivación y participación activa del alumnado.

REFERENCIAS

Daumiller, M., Rinas, R., Hein, J., Janke, S., Dickhäuser, O., & Dresel, M. (2021). Shifting from face-to-face to online teaching during COVID-19: The role of university faculty achievement goals for attitudes towards this sudden change, and their relevance for burnout/

- engagement and student evaluations of teaching quality. *Computers in Human Behavior*, 118, 106677. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106677>
- Eberle, J., & Hobrecht, J. (2021). The lonely struggle with autonomy: A case study of first-year university students' experiences during emergency online teaching. *Computers in Human Behavior*, 121, 106804. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106804>
- Esquerda, M. (2021). Ventajas, inconvenientes y aspectos éticos del teletrabajo. *FMC - Formación Médica Continuada En Atención Primaria*, 28(4), 207–209. <https://doi.org/10.1016/j.fmc.2020.09.004>
- Evrard, D., Zwolinski, P., & Brissaud, D. (2021). Comparison of the environmental impacts of online and classical conferences: the case of LCE 2020 and perspectives regarding the planetary boundaries. *Procedia CIRP*, 98, 205–210. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.031>
- Hofer, S. I., Nistor, N., & Scheibenzuber, C. (2021). Online teaching and learning in higher education: Lessons learned in crisis situations. *Computers in Human Behavior*, 121, 106789. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106789>
- Mishra, L., Gupta, T., & Shree, A. (2020). Online teaching-learning in higher education during lockdown period of COVID-19 pandemic. *International Journal of Educational Research Open*, 1, 100012. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2020.100012>
- Pettitt-Schieber, B., Kuo, M., Steehler, A., Dong, A., Fakunle, O., Manalo, T., ... Pettitt, B. (2021). Implementation and evaluation of eight virtual surgical electives for medical students during the COVID-19 pandemic. *The American Journal of Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2021.01.032>
- Russell, D., Neustaedter, C., Tang, J., Judge, T., & Olson, G. (2021). Videoconferencing in the Age of COVID: How Well Has It Worked Out? *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–2. <https://doi.org/10.1145/3411763.3450398>
- Vivas, F. J., García, R., Caparrós, J. J., Segura, F., Andújar, J. M., Monforti, A., ... Bangoura, M. (2020). Hy2Green: Remote laboratory of hydrogen technologies as an e-learning tool for training new professionals adapted to the new European energy model. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 17556–17563. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.2668>

Diseño de un Proceso Químico Industrial empleando la clase al revés e integrando los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Nerea Viar, Jesus M. Requies, V. Laura Barrio, Esther Acha,
Ion Agirre, Iñaki Gandarias

nerea.viar@ehu.eus, jesus.requies@ehu.eus; laura.barrio@ehu.eus; esther.acha@ehu.eus;
ion.agirre@ehu.eus; inaki.gandarias@ehu.eus

Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería de Bilbao,
UPV/EHU. Plaza Ingeniero Torres Quevedo, 1, Bilbao. 48013, España

ABSTRACT

This study combines the development of an open project-based learning with the use of flipped classroom as well as the integration of Sustainable Development Goals in the area of chemical engineering within the Master's Degree in Industrial Engineering. It was applied in four groups simultaneously, with 170 students in total. The students were asked to design a chemical industrial process by means of Aspen Plus chemical process simulator, which is quite complex and completely unknown for them. The proposed scenario might have multiple solutions (open project) and the students were arranged in groups of 3 to 4, establishing different roles between them. The open project was developed in a cooperative and collaborative way, which favored its success. At the end, each group member was evaluated by his/her group mates in order to ensure/check the good behavior of the team. Flipped Classroom methodology was employed for the learning of the software; for that purpose some videotutorials were prepared. One of the main objective was the integration of Sustainable Development Goals in the field of energy, tackling climate change and working on it through the open project.

Keywords: SDGs, flipped learning, cooperative work, open project, chemical engineering

RESUMEN

Este estudio combina el desarrollo de un proyecto abierto con el uso de la metodología denominada como clase al revés, así como la integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el área de la ingeniería química dentro del Máster Universitario en Ingeniería Industrial, en la asignatura de Diseño de Procesos Químicos. Se ha desarrollado en cuatro grupos simultáneamente, con un total de 170 alumnos. Se pidió a los estudiantes que diseñaran un proceso químico industrial mediante el simulador de procesos químicos Aspen Plus, bastante complejo y totalmente desconocido para ellos. El escenario propuesto podía tener múltiples soluciones (proyecto abierto) y los estudiantes se organizaron en grupos de 3 a 4, estableciendo diferentes roles entre ellos. El proyecto abierto se desarrolló de forma cooperativa y colaborativa, lo que favoreció su éxito. Al finalizar el proyecto, cada miembro del grupo fue evaluado por sus compañeros de grupo para asegurar/comprobar el buen comportamiento del

equipo. Se empleó la metodología clase al revés para el aprendizaje del software; para ello se prepararon unos vídeo-tutoriales. Otro objetivo fue la integración de Objetivos de Desarrollo Sostenible en el campo de la energía, abordando el cambio climático y trabajando en él a través del proyecto abierto.

Palabras clave: ODS, clase al revés, aprendizaje cooperativo, proyecto abierto, ingeniería química

1. INTRODUCCIÓN

En septiembre de 2015, las Naciones Unidas adoptaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción para las personas, el planeta y la prosperidad, que también tiene como objetivo fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia. Esta agenda se concreta en 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) recogidos en la Figura 1, y 169 metas para el 2030. Esta iniciativa se ha materializado en varios niveles verticales. En el caso del País Vasco, se desarrolló la Agenda 2030 de Euskadi Basque Country (Gobierno Vasco, 2018). Estas propuestas también han llegado a la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), la cual ha revisado y adaptado dicho trabajo (UPV/EHU, 2019)

La agenda EHU 2030 para el desarrollo sostenible (2019-2025) incluye la contribución de la UPV/EHU a 12 de los 17 ODS de la Agenda 2030, a los que ha sumado su compromiso con la diversidad lingüística y cultural a través de lo que ha denominado el ODS 17+1. Esta agenda alinea el trabajo de la Universidad con los principales desafíos a los que se enfrenta el planeta. Los objetivos que persigue son (UPV/EHU, 2019):

- Integrar de manera coherente los esfuerzos individuales y locales que realizan los estudiantes, el profesorado y el personal investigador, técnico y administrativo en relación con los ODS.
- Diseñar y desarrollar políticas de enseñanza-aprendizaje, igualdad, inclusión y gestión ambiental a través de una lógica común integrada, con metas reconocibles y medibles a medio y largo plazo (2019-2025 y 2025-2030).
- Definir un panel de indicadores de Desarrollo Sostenible para la UPV/EHU, de modo que los logros se puedan medir, monitorizar y comunicar de una forma transparente.
- Establecer una política de alianzas estrecha con el medio ambiente para incrementar la corresponsabilidad con los ODS.



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (UPV/EHU, 2019)

Hasta el momento, se había estado trabajado en varios aspectos de los ODS, pero de forma menos organizada y coherente. Los objetivos de los ODS están ahora más claramente defi-

nidos, haciendo más visible la importancia de los diversos aspectos que son esenciales para el planeta. Todos podemos contribuir, cada actor de la sociedad posee un papel que desempeñar y tiene importancia. Son

muchos los aspectos que debemos atender, y es fundamental que los estudiantes universitarios, futuros graduados/as y participantes activos/as de la sociedad, sean conscientes de ello. Estos aspectos recogidos en los ODS se están trabajando desde una edad cada vez más temprana, pero es importante no olvidarnos de quienes están a punto de dejar el sistema educativo. Ésta es una oportunidad para conseguir que todo el alumnado inicie su carrera profesional habiendo reflexionado en el efecto de su trabajo futuro y siendo consciente de que existen diferentes formas de afrontar los problemas. Siempre deben buscar la opción más sostenible para el planeta, en su sentido más amplio.

En el caso de la universidad, es el personal docente quien debe presentar estas ideas e involucrar a los estudiantes en nuevas formas de pensar. Esto tiene que realizarse a lo largo de sus años universitarios, que pueden oscilar entre los 4 y los 8 años, dependiendo de si están cursando estudios de grado o máster, situaciones individuales, etc. Es un período largo en sus vidas, en el que maduran y fortalecen su propia personalidad. Es, por tanto, un período crítico en el que hay que plantar la semilla de la sostenibilidad, para que cambien la forma en la que ven y resuelven los problemas. Esto será significativo en la forma en que realizarán su trabajo futuro, o incluso en la forma en que se convertirán en parte de la sociedad y del planeta.

La UNESCO ha publicado recientemente un informe titulado “Ingeniería para el desarrollo sostenible” (UNESCO, 2016), que destaca el papel crucial de la ingeniería en cada uno de los 17 ODS. Este documento también aborda la transformación de la educación en ingeniería y la creación de capacidades concretas para la Cuarta Revolución Industrial, que permitirá a los/as ingenieros/as enfrentarse a los desafíos futuros. Al presentar estudios de caso y enfoques, así como posibles soluciones, el informe revela por qué la ingeniería es crucial para el desarrollo sostenible. También destaca la importancia de los/as ingenieros/as para abordar, entre muchas otras acciones, las necesidades humanas básicas, como aliviar la pobreza, proporcionar agua y energía limpias, responder a desastres naturales, construir infraestructura resiliente y cerrar la brecha de desarrollo, sin dejar a nadie atrás.

Los ODS se implementaron en la asignatura “Diseño de Procesos Químicos”, que consta de 3 ECTS distribuidos en clases magistrales (15 h), prácticas de ordenador (9 h divididas en 6 sesiones de 1,5 h) y seminarios (6 h). Hay 170 alumnos divididos en 4 grupos en 3 idiomas diferentes (castellano, euskera e inglés).

En cada curso académico el alumnado debe diseñar un proceso químico industrial a partir de un escenario real, utilizando un simulador de procesos químicos potente y realista, y a la vez complejo, como Aspen Plus. Este proyecto supone el 30 % de la calificación final del curso. La realización de este proyecto abierto se lleva a cabo de forma dinámica y cooperativa a través de metodologías activas. Los estudiantes deben buscar información y aplicarla en el diseño de su proceso. Además, se emplea la clase al revés para aprender a utilizar el software de simulación. Para ello se dispone de una serie de recursos audiovisuales breves preparados por el equipo docente de la asignatura (vídeotutoriales). Cabe destacar que la implementación de la clase al revés en esta asignatura supuso en el pasado un salto cualitativo en el desarrollo del proyecto por parte del alumnado, ya que anteriormente el dominio del software resultaba ser una etapa limitante en el progreso del trabajo.

El objetivo de este estudio es capacitar al alumnado en el diseño de procesos químicos industriales con el enfoque de los ODS en la toma de decisiones, y comprender los efectos de sus acciones en la sostenibilidad. Se definieron los siguientes objetivos parciales:

- Fomentar el aprendizaje autónomo mientras se familiarizaban con el simulador de procesos químicos Aspen Plus.
- Profundizar en el conocimiento sobre las características y las metas de los 17 ODS para que pudieran decidir cuáles se podían implementar en el proyecto que iban a diseñar.
- Potenciar su sensibilización sobre los efectos que tiene el diseño de procesos químicos en la sostenibilidad.

2. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos mencionados en el apartado anterior, se llevaron a cabo las siguientes acciones:

El primer día del curso, se presentó al alumnado un problema abierto determinado. Debían proponer y diseñar un proceso químico industrial para obtener una determinada solución a ese problema. Para ello, trabajaron en equipo a lo largo de las 6 semanas del curso. Para la evaluación se empleó una rúbrica a través de la cual el alumnado era consciente desde el inicio de cómo se valoraría el proyecto (Tobajas, Molina, Quintanilla, Alonso-Morales, & Casas, 2019).

Se implementó el trabajo cooperativo para mejorar la creatividad, el aprendizaje significativo y habilidades transversales, así como el trabajo en equipo y la comunicación (Azizan, Mellon, Ramli, & Yusup, 2018). Para certificar el buen proceder de esta metodología se elaboraron varios documentos que debían ser cumplimentados por el alumnado en distintos momentos del desarrollo del proyecto: contrato de formación en grupo, actas de reuniones y autoevaluación y coevaluación.

Además del trabajo de ingeniería involucrado en el diseño del proceso, el uso correcto del simulador representa un desafío importante para el alumnado, ya que por lo general es la primera vez que lo utilizan. Para solucionar este inconveniente se empleó la metodología de clase al revés. Esta metodología ayuda al alumnado a desarrollar sus habilidades de resolución de problemas además de potenciar el pensamiento crítico (Munir, Baroutian, Young, & Carter, 2018). El material audiovisual (vídeo-tutoriales), elaborado por el equipo docente de la asignatura, estaba accesible en la plataforma eGela (Moodle) a través de enlaces privados a YouTube con suficiente anterioridad, por lo que podía ser visualizado desde cualquier dispositivo y en cualquier momento. La plataforma eGela (Moodle) permitió al docente constatar si el alumnado había visualizado los vídeos propuestos antes de comenzar la clase presencial. Además, el docente realizaba una serie de preguntas al alumnado al principio de la clase presencial, para verificar que habían interiorizado los conocimientos necesarios para desarrollar de forma productiva la clase. En caso de detectar algún concepto erróneo, o la falta de entendimiento de algo, se realizaban las aclaraciones necesarias al inicio de la sesión.

El proceso de evaluación se efectuó desde diferentes puntos de vista:

- Evaluación continua: Se realizó mediante diferentes entregables y recurriendo a tutorías personalizadas.
- Evaluación final: Se llevó a cabo al finalizar, mediante la redacción de un breve informe y la realización de una breve presentación asincrónica (vídeo grabado).
- Cuestionarios de opinión del alumnado: Estos cuestionarios ofrecieron información valiosa sobre el proceso de aprendizaje. La retroalimentación recibida se empleó para identificar posibles aspectos de mejora y aplicarlos en los siguientes cursos académicos.

En el caso de los ODS, se facilitaron algunos enlaces al sitio web oficial de la ONU a través de la plataforma eGela (Moodle). Se emplearon tutorías personalizadas para el desarrollo y la aplicación de las ODS en el diseño de procesos químicos industriales.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la implementación de los ODS en los proyectos realizados por el alumnado se analizan desde dos puntos de vista: i) resultados de las encuestas realizados a los estudiantes antes y después de la realización del proyecto, ii) evaluación del trabajo (informe y vídeo): complejidad técnica y comparación con los resultados de cursos anteriores.

Se realizó una primera encuesta antes de iniciar el proyecto. Su objetivo era detectar si los estudiantes tenían conocimientos previos sobre el software Aspen Plus y sobre los ODS. Además, se consultó su opinión sobre el uso de material audiovisual para el desarrollo del proyecto, así como las ventajas y desventajas que detectaban en él.

De los resultados obtenidos (ver Figura 2), se puede deducir que la gran mayoría no tenían experiencia previa en el uso del simulador Aspen Plus. Asimismo, más del 57 % de los estudiantes sabían muy poco o poco sobre los ODS (ver Figura 3). Se observa también que el uso de material audiovisual generaba altas expectativas, y creían que este material les ayudaría en la adquisición de las competencias requeridas (92 % de los estudiantes encuestados).

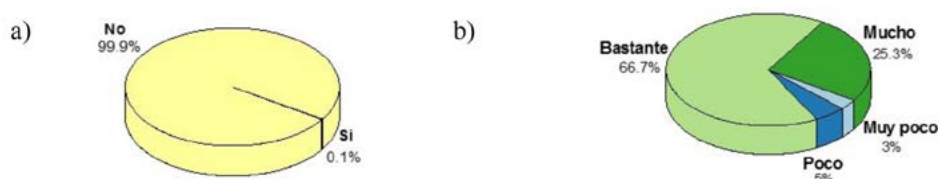


Figura 2. Resultados de las encuestas previas al inicio del proyecto sobre: a) el conocimiento del software Aspen Plus; b) la utilidad del material audiovisual en la adquisición de competencias.

Entre las ventajas que los estudiantes apuntaron en el uso de la metodología de clase al revés, destacaban la posibilidad de utilizar este material en cualquier momento y lugar, pudiendo adquirir los conocimientos requeridos a su propio ritmo, mejorando el aprovechamiento de las sesiones presenciales. Entre los inconvenientes, algunos estudiantes señalaron que los vídeos tenían que ser cortos y precisos para evitar una pérdida de tiempo.

Respecto a las encuestas realizadas al final del proyecto, los estudiantes visualizaron los vídeos en casa (91 %) o en la universidad (9 %). El ordenador personal fue el instrumento más utilizado para la reproducción de este material audiovisual (83,5 %), siendo el conjunto de tablets y smartphones las otras dos herramientas más empleadas. El efecto COVID ha originado que el alumnado pase una mayor cantidad de tiempo libre en casa. Por ello, se observa un cambio de tendencia respecto a los cursos anteriores, en los que el alumnado solía ver los vídeos en la universidad. Esto confirma que los estudiantes pueden desarrollar las diferentes habilidades a su propio ritmo, y que es una metodología muy versátil y adaptable a distintas situaciones. Cabe señalar que en época de pandemia estos recursos han resultado muy útiles, y es necesario hacer una reflexión sobre si no se podría incrementar su uso en la asignatura para un mayor desarrollo de aprendizaje individual. De hecho, la mitad de los estudiantes (47 %) siempre visualizaron los vídeos antes de cada una de las sesiones. Este porcentaje se elevó al 83 % teniendo en cuenta a aquellos que reconocieron haber utilizado “casi siempre” material audiovisual antes de cada una de las sesiones. Sólo el 1 % de los estudiantes admitió no haber visto nunca el material audiovisual antes de cada una de las sesiones. Estos datos coinciden con el acceso al material detectado por los docentes, ya que la plataforma Moodle les permite

ver quién accede al material y cuándo, pudiendo insistir en la visualización de los vídeos con anticipación. En general, desde que se implantó la didáctica de clase al revés se ha observado una mayor seguridad del alumnado, un importante progreso y profundización en los conocimientos propios del software y una notable complejidad en los proyectos propuestos por el alumnado. Esta metodología ha permitido aprovechar mejor las sesiones presenciales, y se nota en el avance logrado por el alumnado.

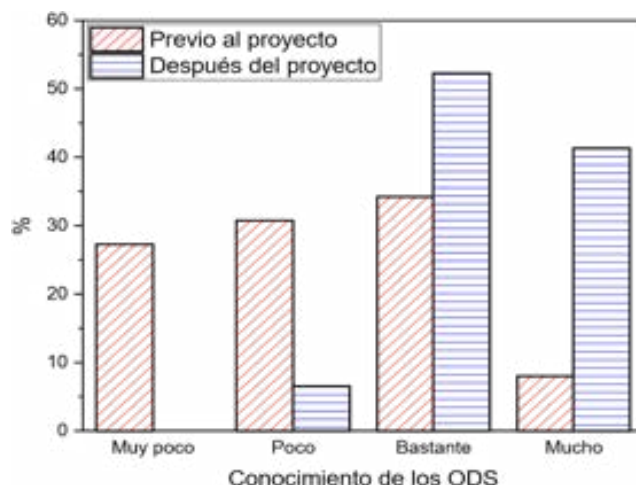


Figura 3. Resultados de las encuestas respecto a los conocimientos de las ODS antes y después de la realización del proyecto.

La Figura 3 recoge los datos sobre el grado de conocimiento alcanzado en los ODS después de la ejecución del proyecto. Los resultados observados en esta área son relevantes. El conocimiento sobre los ODS aumentó considerablemente, ya que al menos el 93,5 % creía saber algo o mucho en relación a los ODS al finalizar el proyecto. Además, su integración en el proyecto no les resultó muy difícil, el 37 % lo encontró difícil y el 63 % fácil o muy fácil. El conocimiento de los ODS tiene un carácter social, además de un carácter formativo, lo que obligó a los estudiantes a analizar otras variables que podían ofrecer al proyecto un valor añadido para la sociedad. Esta conciencia puede generar una mejora en la motivación a la hora de enfrentarse a un proyecto y les permite mejorar en cuanto a las habilidades desarrolladas durante su realización. En este curso, al evaluar a los estudiantes, se les pidió que realizaran un vídeo en el que debían participar todos los miembros del grupo, explicando el proceso químico que habían diseñado y la integración de los ODS. En términos generales,

los vídeos clarificaron que la integración de los ODS en el proyecto les había resultado relativamente fácil y natural. Los estudiantes tuvieron que pensar dónde y cómo se podían integrar los ODS. Esto se materializó en el significativo aumento de sus conocimientos sobre los ODS. Los ODS elegidos para su integración en los proyectos fueron, principalmente, los esperados:

- A. Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.
- B. Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.
- C. Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Sin embargo, algunos de los grupos eligieron otros ODS, perfectamente justificables, como, por ejemplo, el Objetivo 6: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”, ajustándolo al proyecto.

Tabla 1: Calificación del proyecto obtenida los últimos años

Calificación	Curso 2020/21	Curso 2019/20	Curso 2018/19	Curso 2017/18	Curso 2016/17
A (9 - 10)	39.2	34.6	35.0	37.9	37.6
B (7 - < 9)	58.3	52.8	43.2	46.1	46.2
C (5 - < 7)	2.5	12.6	20.2	16.0	15.1
D (< 5)	-	-	1.6	-	1.1

Esta motivación e integración de los ODS ha mejorado la calidad de los proyectos realizados. La implementación de los ODS tuvo lugar en el curso 2020/21. Esto se nota al analizar los resultados obtenidos en ese curso, donde todos los grupos aprobaron el proyecto. Además, las calificaciones mejoraron respecto a los cursos anteriores como se observa en la Tabla 1. Sólo un grupo obtuvo nota C, siendo la nota mínima 7 sobre 10 en el resto de los grupos. Esto demuestra que el trabajo y el conocimiento desarrollado por los estudiantes fue valioso, lo que supuso también la satisfacción de los docentes involucrados en el proyecto.

4. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones alcanzadas durante este proyecto son:

- Mayor dedicación de los estudiantes en la preparación de las sesiones magistrales con el material audiovisual, que se ha visto reforzada debido a la pandemia. Como resultado, las clases presenciales han sido más dinámicas y en el mismo número de horas se ha podido trabajar más profundamente e incluso trabajar nuevos temas que antes no se trabajaban (por ejemplo, el tema de destilación).
- La incorporación de los ODS ha tenido un impacto positivo en las calificaciones, si bien se necesitan resultados de más cursos académicos para obtener conclusiones más concluyentes.
- Mayor comprensión del software utilizado. Por esta razón, el diseño seleccionado en el proyecto ha dado lugar al desarrollo de procesos más complejos. Además, se ha obtenido un conocimiento del proceso más amplio y con mayor profundidad debido a la integración de los ODS. La comprensión de los estudiantes sobre los ODS se ha visto reforzada.
- Experiencia motivadora tanto para estudiantes como para docentes, aunque la tendencia observada debe investigarse a lo largo de los próximos años.
- Mejora continua mediante la síntesis del mensaje y la reducción de la duración de los vídeos (a tener en cuenta en los próximos cursos), entre otras posibles mejoras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico proporcionado por el “Vicerrectorado de Docencia de Calidad e Innovadora de la Universidad del País Vasco (SAE/HELAZ de la UPV/EHU)” a través del proyecto “IKdi3 320-12 Inclusión de Objetivos de Desarrollo Sostenibles en la asignatura de Diseño de Procesos Químicos”.

REFERENCIAS

- Azizan, M. T., Mellon, N., Ramli, R. M., & Yusup, S. (2018). Improving teamwork skills and enhancing deep learning via development of board game using cooperative learning method in Reaction Engineering course. *Education for Chemical Engineers*, 22, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2017.10.002>
- Gobierno Vasco. (2018). Agenda Euskadi 2030 - Contribución Vasca a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
- Munir, M. T., Baroutian, S., Young, B. R., & Carter, S. (2018). Flipped classroom with cooperative learning as a cornerstone. *Education for Chemical Engineers*, 23, 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2018.05.001>
- Tobajas, M., Molina, C. B., Quintanilla, A., Alonso-Morales, N., & Casas, J. A. (2019). Development and application of scoring rubrics for evaluating students' competencies and learning outcomes in Chemical Engineering experimental courses. *Education for Chemical Engineers*, 26, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2018.11.006>
- UNESCO. (2016). *Engineering for Sustainable Development*.
- UPV/EHU. (2019). EHUagenda 2030 Por el Desarrollo Sostenible.

EscapeLab: Realidad virtual como herramienta docente

M. Jiménez-Rosado^a, V. Perez-Puyana^a, A. Romero^a

mjimenez42@us.es; vperez11@us.es; alromero@us.es

^aDepartamento de Ingeniería Química, Facultad de Química, 41012 Sevilla, España

ABSTRACT

Virtual tools are highly used during teaching. Among them, the use of virtual laboratories could be an interesting alternative to strengthen the practical concepts of the students, especially in the current paradigm in which the presence of the students is often not possible. For this reason, the objective of this work was the use of a virtual lab for the development of practical skills in the subject of Biomaterials. To do this, a game was created in which the student had to escape from a laboratory finding out what material is hidden in it using the different characterization equipment. The results have concluded that, although these activities are highly welcomed by students, they cannot replace face-to-face practices, being considered as a complementary activity.

Keywords: Virtual reality; Virtual lab; Biomaterials; Alternative teaching.

RESUMEN

Cada vez son más las herramientas virtuales usadas durante la docencia. Entre ellas, el uso de laboratorios virtuales puede ser una alternativa interesante para afianzar los conceptos prácticos de los alumnos, sobre todo en el paradigma actual en el que muchas veces no es posible la presencialidad de los alumnos. Por este motivo, el objetivo de este trabajo fue el uso de un laboratorio virtual para el desarrollo de las competencias prácticas en la asignatura de Biomateriales. Para ello, se creó un juego en el que el alumno debía escapar de un laboratorio averiguando qué material se esconde en él usando los diferentes equipos de caracterización. Los resultados han concluido que, aunque estas actividades son altamente acogidas por los alumnos, no pueden sustituir a las prácticas presenciales, teniendo que considerarse como actividad complementaria.

Palabras clave: Realidad virtual; Laboratorio virtual; Biomateriales; Docencia alternativa.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existen 83 instituciones de educación superior en España. Entre estas, la inmensa mayoría (83,8 %) optan por una educación presencial, solo encontrándose alternativas virtuales o a distancia en centros privados (Comisión Europea, 2020). Sin embargo, debido a la pandemia mundial causada por el COVID-19, las enseñanzas hasta ahora presenciales, se han tenido que adaptar a un paradigma virtual o semipresencial (Murphy, 2020). De esta forma, la mayoría de los centros de educación superior españoles, han adoptado una estrategia donde las clases teóricas se desarrollan virtualmente. No obstante, los centros han sido reticentes a adoptar los créditos prácticos de cada asignatura a una modalidad virtual. Esta presencialidad no es fácil, ya que la mayoría de los créditos prácticos, sobre todo en el área de ciencias e ingeniería, se desarrollan en laboratorios de tamaño reducido. De esta forma, para poder cumplir con el aforo máximo y la distancia mínima de seguridad entre el alumnado, se ha tenido que aumentar el número de grupos de prácticas o, lo que ha sido más recurrente, reducir el número de horas prácticas por alumno para poder realizar las prácticas sin la necesidad de aumentar el número de horas lectivas del profesorado. Sin embargo, ¿no podría paliarse este déficit mediante el uso de herramientas tecnológicas?

El uso de las herramientas tecnológicas han aumentado de manera significativa en las enseñanzas universitarias durante los últimos años. De esta forma, ocho de cada diez profesores afirman utilizarlas durante su enseñanza (García Martín & García Martín, 2021). Dentro de los recursos más utilizados se pueden encontrar los vídeos docentes. Estos vídeos pretenden enseñar de forma amena algún concepto clave de una asignatura, afianzando así su comprensión. Esta herramienta es altamente utilizada debido a que se puede elaborar fácilmente, necesitando poco material especializado. De esta forma, solo es necesario poseer una cámara de vídeo y acceso a una de las ilimitadas aplicaciones de edición de vídeo que se encuentran online gratuitamente. Además, debido a la gran cantidad de plataformas de difusión existentes (YouTube, Instagram, TikTok, etc.) pueden llegar a los alumnos de forma sencilla. No obstante, estos vídeos no permiten desarrollar las competencias obtenidas durante las sesiones prácticas, ya que no pueden interactuar con el material utilizado (Fernández, 2011).

El gran avance de la tecnología ha permitido obtener otras herramientas alternativas que pueden ayudar al desarrollo de estas competencias de forma telemática. Un ejemplo de ello es el uso de la realidad virtual. La realidad virtual es una simulación de un entorno real que crea en el usuario la sensación de estar en él, agregando una nueva dimensión al aprendizaje digital (Huang, 2004). Los laboratorios virtuales están disponibles las 24 horas del día y son una réplica simulada de fácil acceso de los laboratorios de la vida real que pueden proporcionar habilidades prácticas de ciencia a los estudiantes. De esta forma, muchos son los que han optado por la creación de laboratorios virtuales donde los alumnos pueden practicar y adquirir las competencias necesarias desde la seguridad de su casa, encontrándose en universidades como la Universidad de Córdoba (UCO) (Jiménez, Atienza, Abellán, & Martínez, 2018) o la Universidad de Alcalá (UAH) (Universidad de Alcalá, 2011).

Dentro de este contexto, la finalidad de este trabajo es el utilizar esta realidad virtual como herramienta para el desarrollo de competencias prácticas en la asignatura de Biomateriales, la cual se imparte al Grado en Ingeniería de Materiales y a los dobles Grados Física e Ingeniería de Materiales y Química e Ingeniería de Materiales de la Universidad de Sevilla. En este caso, el uso de esta herramienta ha dado un paso más allá mediante la gamificación. Así, se ha creado una incógnita durante la realización de la práctica, la cual tienen que resolver para “escapar” del laboratorio. Con este matiz se ha pretendido crear una “competición” entre los alumnos, registrando el tiempo que tardan en resolver la incógnita y, así, aumentando su interés y concentración durante el desarrollo de la práctica.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

El uso de la realidad virtual en educación lleva desarrollándose desde el principio de los años 2000. De esta forma, Escatín (2000) ya evaluó su potencial como soporte material a la docencia. Mendoza (2016) también habló de la importancia de esta herramienta, categorizándola como el futuro de la educación. Así, la realidad virtual se ha instaurado en estos últimos años como algo común, pero sorprendente en la enseñanza española, como comentan Aznar Díaz, Romero Rodríguez & Rodríguez García (2018). No obstante, el uso de esta herramienta para el desarrollo de laboratorios virtuales es aún limitada en España, siendo sobre todo dedicados a la elaboración de prácticas de Física (Rosado & Herreros, 2005), Biología (Universidad de Alcalá, 2011) o Robótica (Andújar Márquez & Mateo Sanguino, 2010), siendo escasos los laboratorios virtuales creados para la impartición de prácticas en Ingeniería. Por este motivo, la creación de espacios virtuales para la práctica con Biomateriales, como es en este caso, puede ser de gran interés en Ingeniería (sobre todo de Materiales, Biomédica o de la Salud). De esta forma es un gran punto de partida para desarrollar laboratorios virtuales en los ámbitos ingenieriles donde tienen un gran potencial, al permitir simular el manejo estructuras complejas (plantas piloto e industrias) sin ningún riesgo.

3. METODOLOGÍA

3.1. Método docente

La experiencia llevada a cabo se realizó de forma online. De esta forma, los alumnos tuvieron que conectarse previamente a la plataforma virtual Blackboard Collaborate usada habitualmente en la universidad. En esta plataforma, los profesores dan a los alumnos las instrucciones detalladas sobre qué tienen que realizar en la plataforma de realidad virtual para la realización de las prácticas.

Estas prácticas se realizarán de forma individual, es decir, cada uno de los alumnos entra individualmente al laboratorio virtual sin tener interacción con el resto. Las prácticas a realizar se basan en un aprendizaje basado en problemas (ABP). De esta forma, tendrán un problema inicial: adivinar que biomaterial hay en la sala, que tendrán que resolver para “escapar” del laboratorio. Los alumnos tendrán que utilizar un método inductivo donde participan de forma activa aprendiendo de su propia deducción para llegar al final de la práctica.

Con esta forma de trabajo se pretendió fomentar ciertas competencias específicas que deben tener los alumnos de ingeniería. Así, se pretendió que los alumnos adquirieran destreza para identificar diferentes biomateriales, en función de las estructuras de distintos biomateriales y conocer las técnicas de caracterización y análisis de los materiales; saber planificar la resolución de problemas y saber evaluar y seleccionar biomateriales según sus aplicaciones.

3.2. Software e instrucciones

El software creado se tituló “EscapeLab: En busca del biomaterial perdido” (Pérez Puyana, Jiménez Rosado, & Romero García, 2021) la esperanza de vida así como las mejoras tecnológicas ha aumentado el interés en los biomateriales, los cuales son diseñados para interactuar con los sistemas biológicos facilitando el funcionamiento de los mismos o, simplemente, reemplazarlos. El desarrollo de biomateriales con características adecuadas para la sustitución o regeneración de tejidos u órganos asociados a accidentes y/o enfermedades supone uno de los mayores desafíos actuales en el campo científico. En este sentido, se encuentra un creciente interés del alumnado por este campo de estudio, exigiendo un contacto directo con los mismos a través

de prácticas para interactuar con su fabricación y caracterización orientadas a aplicaciones concretas. No obstante, debido a la situación actual de pandemia, la presencialidad en prácticas en este ámbito es dificultosa. Por este motivo, la creación de un recurso didáctico de realidad virtual donde el alumno pudiera interactuar con los biomateriales, pero sin poner en riesgo su salud, sería una alternativa altamente interesante. Así, el objetivo de este recurso es crear un videojuego (scape room). Este software cuenta con 7 rutas de diferentes colores, las cuales llevan a la identificación de diferentes biomateriales poliméricos, metálicos o cerámicos. Antes de empezar se asignó a cada alumno una ruta, trabajando únicamente en la identificación del biomaterial de esa ruta.

Una vez dentro de la ruta, los alumnos se encuentran en un pasillo donde aparecen las instrucciones que deben seguir para salir del laboratorio (Figura 1A). Así, se explica el cómo desplazarse por las seis diferentes salas y que tienen que visitar al menos dos salas antes de resolver. También se le explica que cuentan con dos pistas que pueden utilizar, aunque su uso penaliza al alumno con tiempo (300 segundos). Por otro lado, las respuestas incorrectas también penalizan (300 segundos) y te devuelven de nuevo al pasillo de laboratorio inicial, ya que sin la respuesta correcta no se puede escapar. Un dato importante es que cada alumno tiene que introducir su nombre antes de empezar el EscapeLab para luego registrar sus resultados (Figura 1B).

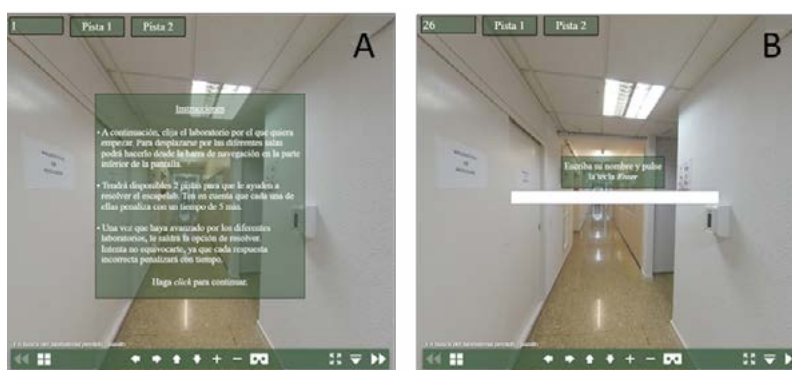


Figura 1. Pasillo inicial en el EscapeLab con instrucciones (A) y casilla donde insertar el nombre del alumno (B).

Las distintas salas están divididas por propiedades de los biomateriales. Así se pueden encontrar las siguientes salas: propiedades físicas, propiedades mecánicas, propiedades mecánicas 2, microanálisis, microscopía y rayos X. Dentro de cada sala están los equipos que deberían utilizar para caracterizar el biomaterial que les corresponde. De esta forma, deben ubicar los equipos pinchando en cada uno de ellos se proporciona la información que se obtiene del mismo, la cual tienen que utilizar para averiguar de qué biomaterial se trata (Figura 2).



Figura 2. Sala de propiedades físicas (A) y de propiedades mecánicas 2 (B).

En la parte superior izquierda de la pantalla (Figura 3A), los alumnos pueden observar el tiempo que llevan desde que entraron (sumando las penalizaciones por pista o respuesta errónea). Además, pueden solicitar una de las dos pistas optativas e ir a resolver cuando sepan de que biomaterial se trata. En la pestaña de resolver, tendrán que elegir diferentes alternativas de biomateriales como su opción ganadora (Figura 3B). Cuando hayan averiguado el biomaterial, saldrá una ventana con el registro de resultados del participante (Figura 3C), donde aparecen el nombre, tiempo total, pistas utilizadas y errores cometidos.



Figura 3. Panel de tiempo, pistas y resolución (A), sala de resolución con diferentes alternativas de bioplásticos (B) y pantalla final con los datos obtenidos durante el EscapeLab (C).

3.3. Datos analizados

Esta experiencia se realizó en la asignatura de Biomateriales en tres especialidades: Grado en Ingeniería de Materiales (segundo cuatrimestre de tercer curso), doble Grado en Física e Ingeniería de Materiales y doble Grado en Química e Ingeniería de Materiales de la Universidad de Sevilla (ambos en el segundo cuatrimestre de quinto curso). De esta forma, se evaluaron las diferencias encontradas entre los diferentes cursos donde se usaron esta herramienta. A modo de comparar dichas variables, se tuvieron en cuenta tres parámetros diferentes: tiempo que tardan en escapar del laboratorio, número de pistas utilizadas y errores cometidos.

3.4. Encuestas de satisfacción

Finalmente, se pidió al alumnado que evaluara la actividad para conocer qué opinan de esta alternativa a las prácticas presenciales. Para ello, calificaron del 1 (en total desacuerdo) al 5 (muy de acuerdo) las siguientes afirmaciones:

1. Esta actividad me ha resultado interesante y motivadora.
2. Esta actividad me ha ayudado a afianzar los conocimientos puestos en juego durante el curso académico.
3. Esta actividad podría sustituir a las prácticas presenciales.
4. Volvería a realizar esta actividad si se repitiera en futuras asignaturas.
5. En general, estoy muy satisfecho con la idea y el transcurso de la actividad.

4. RESULTADOS

4.1. Datos analizados

En la Tabla 1 se observan los parámetros evaluados durante la experiencia. Por lo general, los alumnos de doble Grado invierten menos tiempo que los de Grado en resolver la incógnita

del EscapeLab cuando se trata de un material cerámico o metálico. No obstante, ocurre lo contrario cuando se tratan de materiales poliméricos. Estos resultados pueden deberse a que los alumnos de doble Grado tienen mejor afianzados los conceptos generales sobre materiales al encontrarse en último curso. Sin embargo, los alumnos de Grado tienen más recientes los conceptos de los materiales poliméricos, ya que se encuentra en el mismo curso de enseñanza en la que se imparte la asignatura de Materiales Poliméricos, mejorando sus resultados en estos casos. Por otro lado, la mayor edad de los estudiantes de doble Grado parece derivar en una mayor paciencia de los mismos, que se refleja en el menor número de pistas usadas y errores cometidos, con la excepción nuevamente de los materiales poliméricos, donde no hay diferencias significativas.

Tabla 1. Parámetros obtenidos durante el EscapeLab.

Grado	Material	Tiempo mínimo y máximo (s)	Pistas usadas	Errores
Grado	Polimérico	248-1061	0,67	0,13
	Cerámico	997-4568	2	2
	Metálico	93-2685	1	0
Doble Grados	Polimérico	324-2230	0,67	1
	Cerámico	159-849	0,43	0,42
	Metálico	170-837	0,33	0

4.2. Encuestas de satisfacción

La Figura 4 muestra los resultados de las encuestas de satisfacción pasada a los alumnos tras la experiencia. Como se puede observar, los alumnos de Grado parecen más satisfechos por la actividad que los de doble Grado. Esto puede ser debido a la edad de los alumnos, teniendo los mayores (doble Grado) un perfil más pesimista. Estos alumnos están en su último año, donde valoran muchísimo más las actividades presenciales como las prácticas que les ayude en su cercana actividad laboral, por lo que el uso de herramientas virtuales sustitutorias las acogen con un menor agrado. No obstante, no se encuentran diferencias significativas entre los diferentes alumnos.

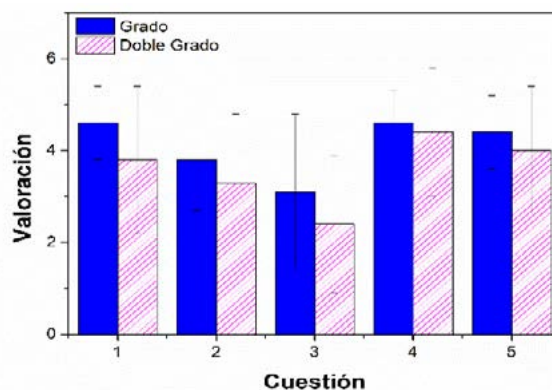


Figura 4. Resultados de las encuestas de satisfacción.

Entre los resultados más interesantes, se puede observar la baja puntuación encontrada en la cuestión 3 (*Esta actividad podría sustituir a las prácticas presenciales*). Esto quiere decir que la mayoría de los alumnos prefieren las prácticas presenciales a las online. Esto se debe a que las prácticas en entornos virtuales no proporcionan experiencia práctica en técnicas individuales

o capacitación en el uso de equipos individuales. Además, no permiten analizar e interpretar datos incorrectos o inusuales (Gamage et al., 2020) partially or fully, by the spread of the novel coronavirus (COVID-19. No obstante, estas experiencias virtuales tienen gran acogida por los alumnos, a los que les gustaría repetir la experiencia en asignaturas posteriores, por lo que se podrían usar como prácticas complementarias pero no sustitutorias. Sin embargo, es necesario aumentar la calidad de estos laboratorios virtuales para que su uso sea efectivo.

5. CONCLUSIONES

Los laboratorios virtuales y las actividades de gamificación son gratamente acogidos por los estudiantes. De esta forma, se pueden afianzar conceptos docentes mientras que se ejercitan algunas de las competencias específicas esenciales en los alumnos. No obstante, estas herramientas no pueden sustituir aún a las prácticas presenciales, ya que no se dispone de la tecnología necesaria para simular de forma real la experiencia presencial. Aun así, el uso de estas herramientas para el desarrollo de actividades complementarias puede ser de gran ayuda para mejorar el rendimiento de los estudiantes.

REFERENCIAS

- Andújar Márquez, J. M., & Mateo Sanguino, T. J. (2010). Diseño de Laboratorios Virtuales y/o Remotos. Un Caso Práctico. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RLAI*, 7(1), 64–72. [https://doi.org/10.1016/S1697-7912\(10\)70009-1](https://doi.org/10.1016/S1697-7912(10)70009-1)
- Aznar Díaz, I., Romero Rodríguez, J. M., & Rodríguez García, A. M. (2018). La tecnología móvil de Realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España. *EDMETIC*, 7(1), 256. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10139>
- Comisión Europea. (2020). Tipos de instituciones de Educación Superior. Retrieved May 20, 2021, from [https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/types-higher-education-institutions-79_es#:~:text=En los datos actuales del,de postgrado \(Máster y Doctorado\)](https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/types-higher-education-institutions-79_es#:~:text=En los datos actuales del,de postgrado (Máster y Doctorado))
- Escartín, E. R. (2000). La realidad virtual, una tecnología educativa a nuestro alcance. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 15, 5–21.
- Fernández, P. G. (2011). Aprendizaje Autónomo Utilizando Vídeos Docentes. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 6(2), 65–69.
- Gamage, K. A. A., Wijesuriya, D. I., Ekanayake, S. Y., Rennie, A. E. W., Lambert, C. G., & Gunawardhana, N. (2020). Online Delivery of Teaching and Laboratory Practices: Continuity of University Programmes during COVID-19 Pandemic. *Education Sciences*, 10(10), 291. <https://doi.org/10.3390/educsci10100291>
- García Martín, J., & García Martín, S. (2021). Uso de herramientas digitales para la docencia en España durante la pandemia COVID-19. *Revista Española de Educación Comparada*, (38), 151. <https://doi.org/10.5944/reec.38.2021.27816>
- Huang, C. (2004). Virtual Labs: E-Learning for Tomorrow. *PLoS Biology*, 2(6), e157. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020157>
- Jiménez, M. del P. M., Atienza, A. C., Abellán, M. V., & Martínez, P. A. (2018). Laboratorios virtuales sobre prevención de riesgos laborales. Retrieved May 20, 2021, from <http://www.uco.es/RiesgosLaborales/>
- Mendoza, L. I. U. (2016). Uso de la realidad virtual en la educación del futuro en centros educativos del Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 1(4), 26–30.

- Murphy, M. P. A. (2020). COVID-19 and emergency eLearning: Consequences of the securitization of higher education for post-pandemic pedagogy. *Contemporary Security Policy*, 41(3), 492–505. <https://doi.org/10.1080/13523260.2020.1761749>
- Pérez Puyana, V. M., Jiménez Rosado, M., & Romero García, A. (2021). En busca del biomaterial perdido. *Portal De Realidad Extendida de La Universidad de Sevilla*. <https://doi.org/10.35466/RA2021n5655>
- Rosado, L., & Herreros, J. R. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. *Recent Research Developments in Learning Technologies*, 1, 1–5.
- Universidad de Alcalá. (2011). Biomodel. Retrieved May 20, 2021, from <http://biomodel.uah.es/lab/inicio.htm>

Algoritmos bioinspirados usando NetLogo

J. Martín Melguizo^a, R. Romero-Zaliz^{a,b}

josemartin22@correo.ugr.es; rocio@decsai.ugr.es

^aDepartamento de Ciencias de la Computación en Inteligencia Artificial. C/ Periodista Daniel Saucedo Aranda S/N. 18071. Granada. España.

^bInstituto Interuniversitario de Investigación en Data Science and Computational Intelligence (DaSCI), Universidad de Granada, España.

ABSTRACT

The field of STEM disciplines is an ideal context for the development of logical and mathematical thinking of students through computer science. The use of digital tools is a way to promote, involve and bring them closer to the knowledge and skills necessary for their personal and professional development in our modern society. We proposed the use of NetLogo, a programmable modeling environment, to simulate natural and social phenomena. It allows a student to develop, interact and visualize abstract models and objects (both 2D and 3D). A series of NetLogo models have been developed as a resource to enhance the teaching of bio-inspired algorithms: Genetic Algorithms (GA), Ant Colony Optimization (ACO) and Particle Swarm Optimization (PSO). The application of these algorithms to basic engineering problems promotes the improvement of students' understanding by using friendly interactions with both basic and advanced parameter configurations.

Keywords: NetLogo, Bioinspired algorithms, Genetic Algorithms, Ant Colony Optimization, Particle Swarm Optimization, Engineering Problemas.

RESUMEN

El ámbito de las disciplinas STEM es un contexto idóneo para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático a través de la informática. El uso de herramientas digitales surgen como una forma de promover, implicar y acercar a los estudiantes el conocimiento y competencias necesarias para el desarrollo personal y profesional de éstos en nuestra sociedad contemporánea. Se propone utilizar NetLogo, un entorno de modelado programable para simular fenómenos naturales y sociales. Permite al estudiante el desarrollo, la interacción y visualización de modelos y objetos abstractos (tanto en 2D como 3D). Se han desarrollado una serie de modelos NetLogo como recurso para mejorar la enseñanza de algoritmos bioinspirados: Algoritmos genéticos (GA), Algoritmos de Colonia de Hormigas (ACO) y Algoritmos de Enjambre de Partículas (PSO). A través de estos modelos se fomenta otra forma de interactuar con este tipo de algoritmos aplicados a problemas básicos y propios de la ingeniería, mejorando la comprensión y el uso adecuado de los distintos parámetros de cada algoritmo por parte del estudiantado.

Palabras clave: NetLogo, Algoritmos Bioinspirados, Algoritmos Genéticos, Algoritmos de Colonias de Hormigas, Algoritmos de Enjambre de Partículas, Problemas de ingeniería.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los temas más interesantes y con más aplicaciones en el ámbito de las ingenierías son los algoritmos de optimización. Dentro de este tipo de algoritmos se pueden categorizar los algoritmos bioinspirados, tales como algoritmos genéticos, colonias de hormigas y enjambres de partículas. Es por ello estos temas forman parte del contenido de la asignatura *Optimización y Computación Inteligente (OCI)*, asignatura obligatoria del Master en Estructuras de la Universidad de Granada.

Tras varios años de impartición de dicha asignatura, los profesores de la misma han notado la dificultad de los estudiantes para comprender el funcionamiento y potenciales aplicaciones de los algoritmos bioinspirados. La carencia, en muchos casos, de conocimientos de programación previos, hacen imposible abordar el problema desde ese punto de vista. Si bien existen algunos recursos para la docencia de este tipo de algoritmos (mayoritariamente en inglés), tales como applets o vídeos, no se ha encontrado una herramienta que consiga adaptarse a OCI. Es por ello que nos hemos propuesto crear contenido didáctico propio, novedoso, útil e interactivo que ayudara a los estudiantes a comprender y utilizar de forma correcta estas técnicas bioinspiradas.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Los sistemas multi-agente (SMA) son idóneos para simular los modelos y algoritmos bioinspirados. Consisten en un conjunto de agentes que operan con el entorno, manteniendo información local del mismo, para tratar de alcanzar su propio objetivo cooperando con la ayuda o estorbo del resto de agentes (Russell et al., 1995).

Son más apropiados en comparación a las técnicas clásicas de optimización gracias a la flexibilidad y modularidad que presentan. De ahí surge el concepto de modelado basado en agentes o Agent-Based Modelling (ABM).

El comportamiento de una única entidad o agente suele seguir unas simples reglas, pero a medida que el sistema utiliza una mayor cantidad de agentes, el comportamiento del sistema en su totalidad se vuelve más complejo de entender. Es por ello que tanto el diseño, como la simulación y tests de los modelos basados en agentes suele hacerse a través de herramientas informáticas que nos simplifiquen estas tareas. Estas plataformas suelen proporcionarnos un framework para programar, modelar y simular soluciones basadas en agentes de una forma más sencilla. El uso de este tipo de herramientas es muy útil para reducir tiempos a la hora de programar sin tener que construirlo todo desde cero.

Por ejemplo, en la simulación de fenómenos naturales o sociales, estas herramientas nos permiten superar las barreras de tiempo y distancia de dichos fenómenos, así como hacerlos más cercanos a los estudiantes ya que por coste, complejidad o seguridad no podrían ser reproducibles en el aula (Simó et al., 2020).

A día de hoy, hay una gran cantidad de entornos para el modelado y simulación de modelos basados en agentes, las más populares son Swarm, Repast, MASON, StarLogo, NetLogo y AnyLogic (Allan, 2010).

3. METODOLOGÍA

De las herramientas existentes para el modelado y simulación de modelos basados en agentes destacamos NetLogo, un lenguaje de programación que incluye una gran cantidad de estructuras de datos y primitivas de alto nivel que facilitan la programación. Comparte con su predecesor, StarLogo, el diseño de la interfaz de usuario y el objetivo principal de éste, brindar una herramienta para el modelado fácil de usar por cualquier persona y enfocada en el uso del

usuario. Sin embargo pese a su gran facilidad de uso, es una herramienta muy potente y utilizada por una gran cantidad de investigadores en ambientes de investigación a nivel profesional. Es un entorno programable de modelado multiagente que sirve para simular fenómenos naturales y sociales. Comparada con el resto de herramientas anteriormente mencionadas, NetLogo es de mayor alto nivel y es la más adecuada si queremos modelar y desplegar los sistemas en Internet ya que permite la ejecución de estos a través de un navegador. Además cuenta con una amplia documentación y una aplicación propia que sirve para cualquier plataforma que soporte una máquina virtual con Java (versión 5 o posterior).

Se han seleccionado 3 tipos de algoritmos bioinspirados para modelar: (a) *algoritmos genéticos*, (b) *de colonias de hormigas* y (c) *de enjambres de partículas*. Podemos ver los diagramas de flujo asociados al funcionamiento de cada uno de ellos en la Figura 1.

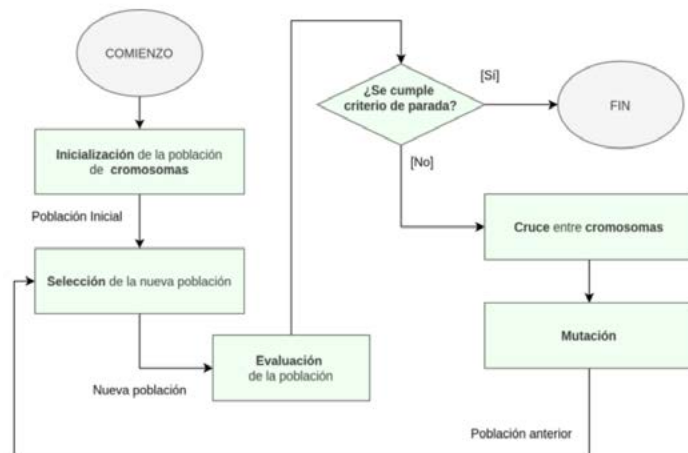
Para cada tipo de algoritmo se desarrollarán dos modelos, uno básico y otro más avanzado y diseñado específicamente para los estudiantes del Master en Estructuras de la Universidad de Granada.

3.1. Problemas avanzados de ingeniería

Los problemas seleccionados en este trabajo se consideran problemas de optimización (Gandomi et al., 2011). Un problema de optimización general se puede reducir a minimizar una función objetivo $f(x)$. Además, la función objetivo suele estar sujeta a una serie de restricciones que pueden ser de dos tipos: restricciones de igualdad y restricciones de desigualdad.

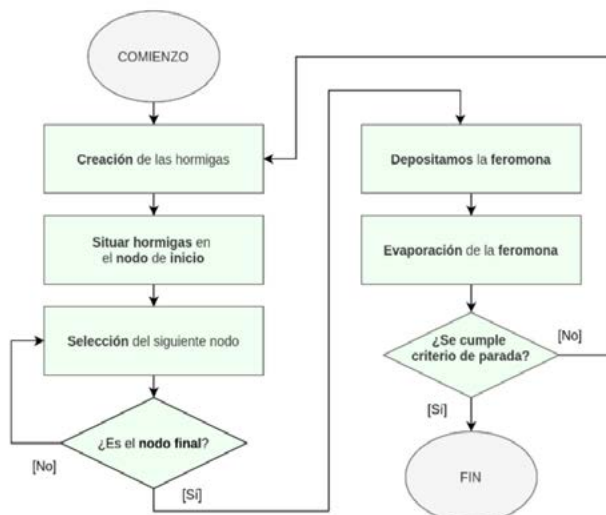
(a)

Diagrama de flujo para algoritmos genéticos



(b)

Diagrama de flujo para algoritmos de colonias de hormigas



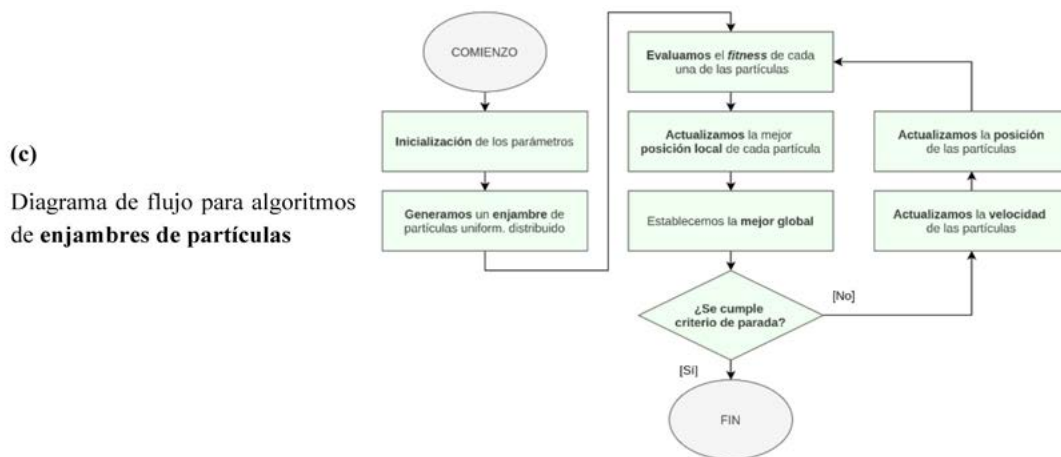


Figura 1. Diagramas de flujo para los algoritmos bioinspirados propuestos

El primer problema a tratar es el del “*recipiente a presión*” o *Pressure Vessel Design*. El recipiente a presión es un objeto que se utiliza a día de hoy en una amplia variedad de áreas, tales como la ingeniería química, tratamiento médico, aviación y aeronáutica. Estos recipientes se someten a un complejo entorno, en el que aparecen altas presiones y temperaturas, lo cual significa no solo un gran desafío respecto al rendimiento del material y la estructura, sino también con respecto al diseño del propio recipiente. Será fundamental, por tanto, conseguir una combinación perfecta de excelente rendimiento y bajo coste en el diseño de éstos, que además esté bajo ciertas condiciones o restricciones (Sandgren, 1990).

El segundo problema a tratar es el de “*diseñar un resorte*” o *Tension/Compression Spring Design* que pueda cumplir con una tarea mecánica dentro de un proceso mecánico. Se necesitan algunas variables de diseño, como el diámetro del alambre, el diámetro medio de la bobina y el número de pliegues activos en ésta. El objetivo principal es minimizar el peso de estos resortes, el cual está directamente relacionado con su precio de fabricación. Además se deben de cumplir ciertas restricciones o condiciones en el funcionamiento de estos resortes, como ser una deflexión mínima, frecuencia y esfuerzo de sobretensión (Gandomi et al., 2011).

El tercer y último problema se lo conoce como “*25-Bar Space Truss Design*” y cae dentro de lo que se conoce como optimización estructural (una de las áreas más activas de la ingeniería estructural en los últimos años). Los problemas que la incluye se caracterizan por tener una gran cantidad de variables de diseño conjuntamente con una gran cantidad de restricciones en el mismo, generando un gran espacio de búsqueda (Adeli et al., 1986). En el diseño de una estructura de tipo *truss*, el objetivo es minimizar el coste de construcción de la misma, el cual estará directamente relacionado con el peso de la estructura. Además dicha estructura tiene que soportar una carga dada y se deben de satisfacer ciertas restricciones de diseño, como ser: la máxima longitud de deflexión en las juntas y un límite de tensión y de compresión permitida en las vigas (Camp et al., 2004).

4. RESULTADOS

Se han desarrollado 6 modelos de NetLogo, dos por cada uno de los tipos de algoritmos bioinspirados en estudio, disponibles para su uso público y descarga en <https://github.com/josemartin22/Algoritmos-Bioinspirados-para-Netlogo>.

4.1. Modelos de NetLogo para algoritmos genéticos

El primer modelo desarrollado es un modelo básico para demostrar el uso de los algoritmos genéticos (Goldberg, 1989) en un problema sencillo: “*encontrar el cromosoma que tiene todos los*

valores de genes iguales a 1". Se parte de una cadena con ceros y unos y se pretende alcanzar una solución que sea una secuencia de unos y no contenga ningún ceros. Por tanto, se quiere maximizar la suma de los genes del cromosoma. En la Figura 2 (a) se muestra una captura de pantalla del modelo básico en ejecución.

En el modelo de NetLogo más avanzado se plantea un problema de optimización muy común en ingeniería, el "problema del recipiente a presión" o Pressure Vessel Design (ver Metodología).

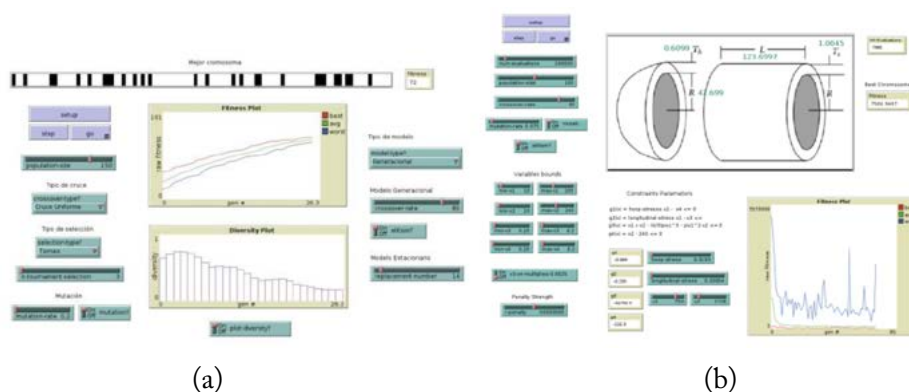


Figura 2. Modelos de NetLogo para Algoritmos Genéticos. (a) Modelo básico (b) Modelo avanzado.

En la Figura 2 (b) se puede ver la implementación de este modelo que incluye, entre otras cosas, los valores máximos y mínimos de las cuatro variables del problema, así como las medidas de la mejor solución encontrada junto con el diagrama del recipiente.

4.2. Modelos de NetLogo para colonias de hormigas

El primer modelo desarrollado es un modelo básico para demostrar el uso de los algoritmos colonias de hormigas (Dorigo et al., 1996) en un problema sencillo como es: "el viajante de comercio", también conocido como TSP por sus siglas en inglés (*Travelling Salesman Problem*) (Dorigo et al., 1997).

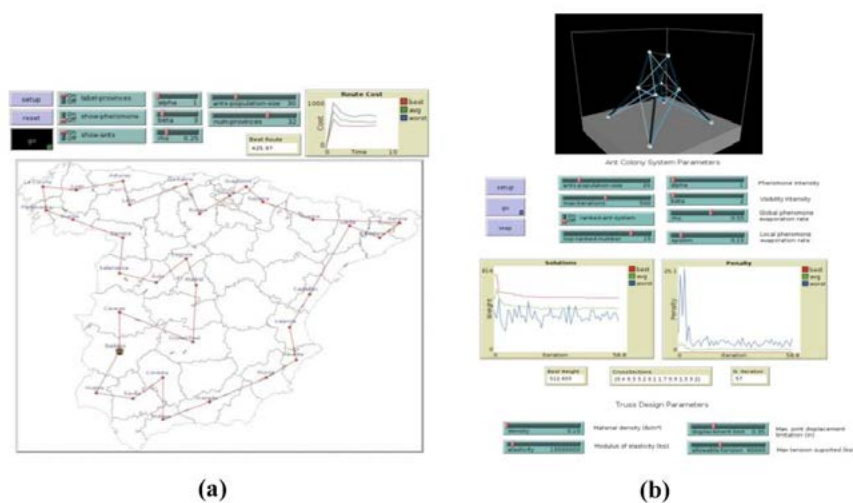


Figura 3. Modelos de NetLogo para Colonias de Hormigas. (a) Modelo básico (b) Modelo avanzado.

En este problema se tiene un conjunto de ciudades y se trata de encontrar el camino que lleve desde el origen hasta el destino pasando por todas las ciudades. En este modelo se pueden elegir la cantidad de ciudades de España a utilizar, además de configurar los parámetros básicos

de un ACO. Permite la visualización de las hormigas durante la construcción de la solución, así como la feromona que depositan (ver Figura 3 (a)).

En la Figura 3 (b) se puede ver el problema avanzado explicado en la Sección 3 en más detalle. En este modelo se puede ver tanto los parámetros del algoritmos y del problema (izquierda) como su representación 3D (derecha) de forma interactiva.

4.3. Modelos de NetLogo para enjambre de partículas

El primer modelo desarrollado es un modelo básico para demostrar el uso de los algoritmos de de partículas (Kennedy et al., 1995) en un problema sencillo es la búsqueda de un mínimo global en una función sencilla que define una esfera ($f(x,y)=x^2+y^2$) y multimodal creado aleatoriamente (ver Figura 4 (a)), ambos en 3D. A medida que la simulación avanza se puede ver como las partículas del enjambre van convergiendo a la solución deseada. En la Figura 4 (b) se puede ver el problema avanzado llamado “*Tension/Compression Spring Design*” explicado en la Sección 3 en más detalle. En este modelo se puede ver tanto los parámetros del algoritmos como su el significado de los valores a optimizar en la gráfica asociada.

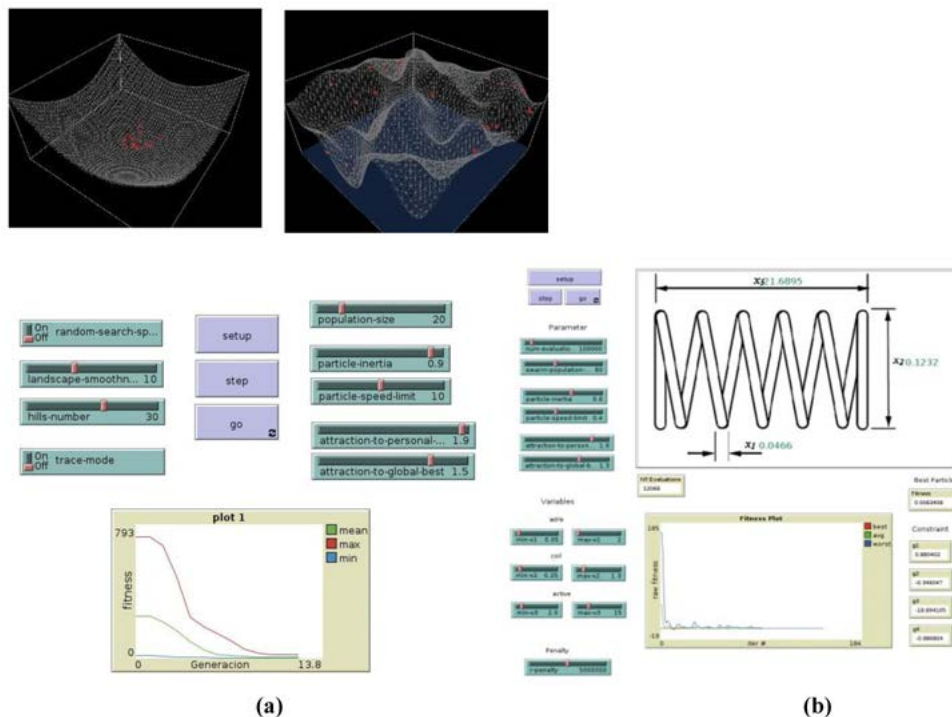


Figura 4. Modelos de NetLogo para Enjambre de Partículas. (a) Modelo básico (b) Modelo avanzado.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentan varios modelos de algoritmos bioinspirados implementados en NetLogo, una herramienta para el modelado basado en agentes enfocada a modelos sociales. Se han desarrollado 6 modelos diferentes, dos por cada tipo de algoritmo bioinspirado en estudio: *algoritmos genéticos*, *colonias de hormigas* y *enjambres de partículas*. Para cada tipo de algoritmo se plantea un problema básico y un problema avanzado dentro del ámbito de la ingeniería, ya que el público objetivo de este proyecto es, en primera instancia, estudiantes del Master en Estructuras de la Universidad de Granada. Se ha creado conjuntamente con los modelos, un guión asociado para que el usuario se familiarice rápido con la herramienta y le pueda sacar el máximo partido a esta propuesta.

De esta manera se espera que aquellas personas que lo utilicen aprendan, no solo el funcionamiento básico de estos algoritmos, sino también el efecto que cada uno de los parámetros de estos algoritmos influyen en el desempeño de los mismos.

REFERENCIAS

- Adeli, H., & Kamal, O. (1986). Efficient optimization of space trusses. *Computers & structures*, 24(3), 501-511.
- Allan, R. J. (2010). *Survey of agent based modelling and simulation tools* (pp. 1362-0207). New York: Science & Technology Facilities Council.
- Camp, C. V., & Bichon, B. J. (2004). Design of space trusses using ant colony optimization. *Journal of structural engineering*, 130(5), 741-751.
- Dorigo, M., Maniezzo, V., & Colorni, A. (1996). *Ant system: optimization by a colony of cooperating agents*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics), 26(1), 29-41.
- Dorigo, M., & Gambardella, L. M. (1997). *Ant colonies for the travelling salesman problem*. biosystems, 43(2), 73-81.
- Gandomi, A. H., & Yang, X. S. (2011). Benchmark problems in structural optimization. In *Computational optimization, methods and algorithms* (pp. 259-281). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*.
- Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995, November). Particle swarm optimization. In *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks* (Vol. 4, pp. 1942-1948). IEEE.
- Sandgren, E. (1990). Nonlinear integer and discrete programming in mechanical design optimization
- Simó, V. L., Couso, D., & Rodríguez, C. S. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital. *RED: Revista de Educación a Distancia*, (62), 7.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (1995). *Artificial intelligence: A modern approach*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall. 425 - 430 pp

Herramienta docente para el análisis de las propiedades ópticas en lamas

L. Romero Rodríguez^a, D. Castro Medina^b,
M. C. Guerrero Delgado^b, T. R. Palomo Amores^b,
J. Sánchez Ramos^b, S. Álvarez Domínguez^b

laura.romero@uca.es; dcastro@us.es; mgdelgado@us.es; tpalomo@us.es; jsr@us.es; salvarez@us.es;

^a Universidad de Cádiz (Av. Universidad de Cádiz, 10, 11519 Puerto Real, Cádiz, España)

^b Universidad de Sevilla (Calle Américo Vespucio, 41092, Sevilla, España)

ABSTRACT

The aim of this work is to present an innovative tool created to study the optical properties of solar control elements, in particular slats. Such elements are used to control the solar radiation that reaches the buildings, allowing it to go through the glazing elements during periods when this is desirable (such as winter) or preventing it during others (summer).

Through an easy-to-use and intuitive interface, the students will learn the implications that the design of such solar control systems have, since they can vary the geometrical characteristics for different types of slats as well as observe the results for any solar position. The output of the tool is the values of absorbed, transmitted and reflected solar radiation, which are estimated through different calculations such as for example the view factors learnt in Heat Transfer subjects.

The introduction of these kind of tools is very important in engineering subjects, since it brings students closer to a great diversity of applications where they can put into practice the concepts learnt in the subjects they are taking.

Keywords: learning tools, solar radiation, slats, buildings.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal presentar una herramienta innovadora que sirve como base para el estudio de las propiedades ópticas en elementos de control solar, en concreto lamas. Dichos elementos son empleados para controlar la radiación que llega a los edificios, permitiendo su paso a través de los elementos acristalados en periodos en los que esto es deseable (por ejemplo en invierno) e impidiéndolo en otros (verano).

Mediante una interfaz sencilla e intuitiva, los alumnos aprenderán las implicaciones que tiene el diseño de estos elementos de control solar, ya que podrán variar la geometría del conjunto para distintos tipos de lamas así como observar los resultados para cualquier posición solar. La herramienta proporciona como salida los valores de la radiación absorbida, reflejada y

transmitida por el conjunto, que son halladas mediante diversos cálculos tales como por ejemplo los factores de forma aprendidos en asignaturas de Transmisión de Calor.

La introducción de herramientas de este tipo es muy importante en asignaturas ingenieriles, ya que acerca a los alumnos a diversas aplicaciones donde poner en práctica los conceptos aprendidos en las asignaturas que cursan.

Palabras clave: herramienta docente, radiación solar, lamas, edificios.

1. INTRODUCCIÓN

La presente comunicación sintetiza la base metodológica y el uso de la *Herramienta docente para el análisis de las propiedades ópticas en lamas* desarrollada por el Grupo de Termotecnia de la Universidad de Sevilla, en colaboración con la Universidad de Cádiz. Dicha herramienta se ha realizado mediante *Excel* y programado en *Visual Basic for Applications*, un entorno adecuado para su utilización entre el alumnado durante la realización de prácticas en las asignaturas cursadas. En particular, la herramienta ha sido confeccionada con el objetivo de ser empleada en asignaturas de estudios universitarios relacionados con la ingeniería, sobre todo en aquellas asignaturas relacionadas con la transmisión de calor y la termodinámica. Su uso facilitará el aprendizaje por parte de los alumnos de diversos conceptos, tales como el cálculo de los factores de forma, cálculos de la radiación solar, o los balances de intercambio radiante en recintos.

1.1. Resumen de la metodología

A continuación se resume la metodología desarrollada para el estudio de los elementos de control solar por parte del alumnado, permitiéndoles de forma muy intuitiva introducir los datos necesarios en cuanto a geometría y posiciones solares. La herramienta realizará los cálculos y proporcionará los datos de salida necesarios para que los alumnos estudien distintas configuraciones de los elementos de control solar, posibilitándoles el aprendizaje de las repercusiones que tiene un buen dimensionado de dichos elementos de forma sencilla.

El objetivo de la herramienta es por lo tanto realizar un prediseño de los elementos de sombra adaptativos usados en edificios, concretamente lamas verticales en fachada, lamas horizontales en fachada, y lamas verticales en cubiertas. Para ello, se ha desarrollado un método que permite determinar la transmisividad, absortividad y reflectividad del conjunto de lamas en función de su geometría y de la posición solar en cada instante, incluyendo valores concretos de radiación directa y difusa. La Figura 1 resume la metodología implementada en la herramienta.

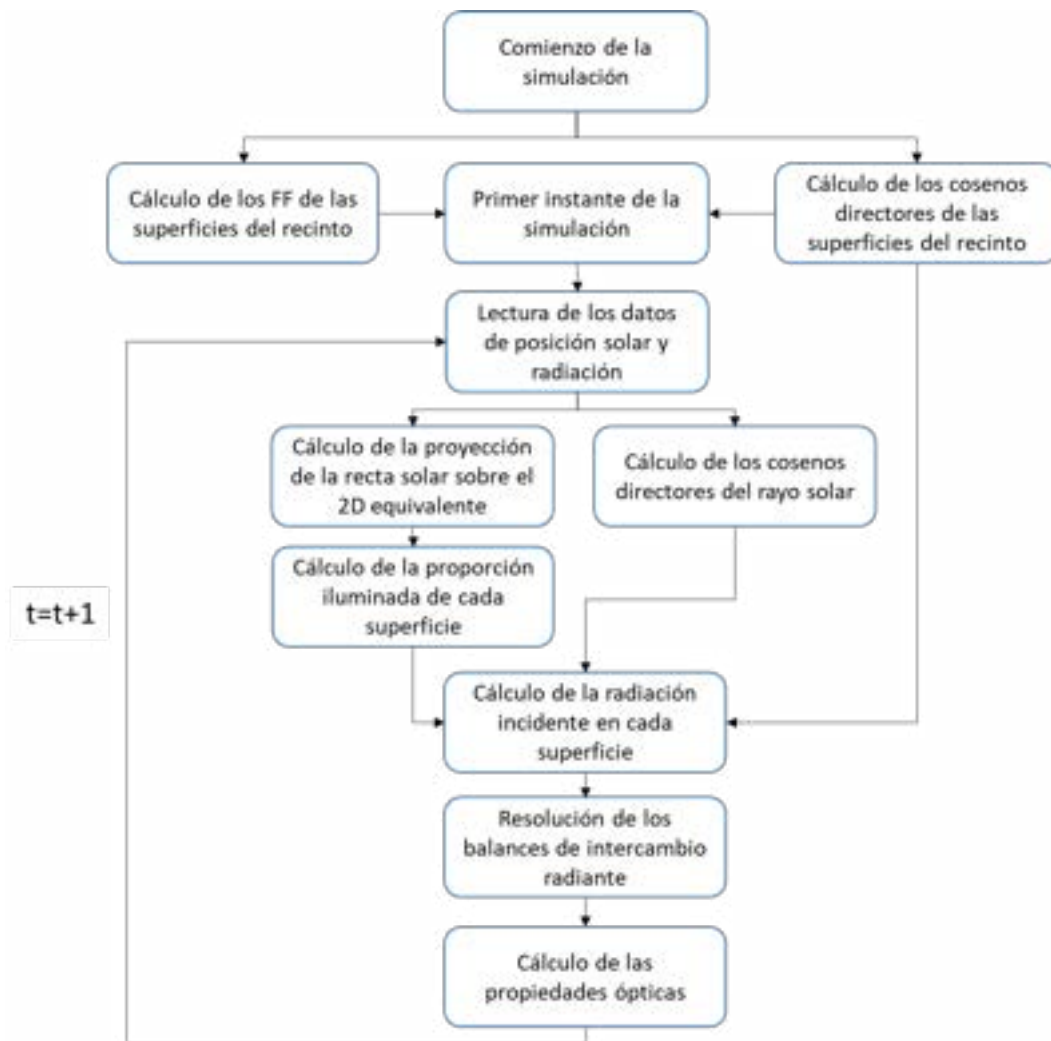


Figura 1. Resumen de la metodología.

1.2. Tipos de lamas estudiadas y datos de entrada

En función de la geometría y del tipo de lamas, la radiación solar absorbida por el conjunto puede diferir enormemente, ya que de ello dependerán las múltiples reflexiones que se producen en el sistema. El reparto de la radiación solar da lugar a las siguientes tres componentes (ver Figura 2): radiación solar absorbida por el material de las lamas, radiación solar transmitida hacia el interior del edificio y radiación solar reflejada a la atmósfera.

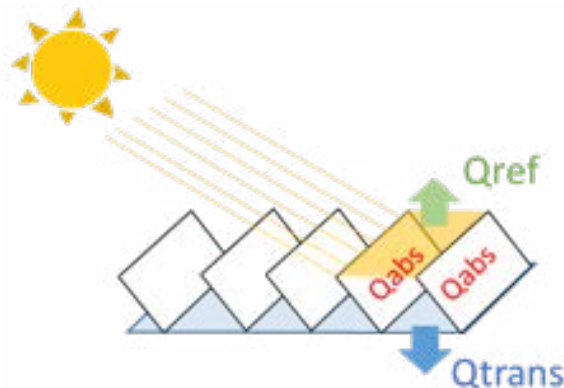


Figura 2. Ilustración de la parte absorbida, reflejada y transmitida.

Los tipos de lamas analizados por la herramienta son lamas verticales en fachada, lamas verticales en cubierta, y lamas horizontales en fachada. Para aprovechar todas las capacidades de la herramienta, los alumnos deberán introducir una serie de datos de entrada, por ejemplo: separación entre centros de lamas (s), ancho de las lamas (w), inclinación de las lamas (β) o acimut de las lamas (α). En la Figura 3 se ilustran los tipos de lamas considerados, así como los datos geométricos necesarios.

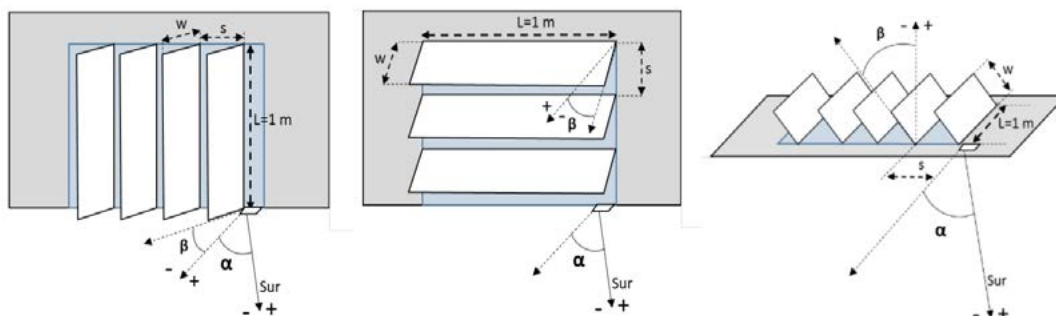


Figura 3. Lamas vert. en fachada (izq.), lamas horiz. (centro) y lamas vert. en cubierta (der.).

2. DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA

Tal y como se ha comentado anteriormente, el objetivo principal de la herramienta es estudiar las propiedades ópticas en conjuntos de lamas, dependiendo de su geometría y de la posición solar. Una vez definida la geometría del conjunto en los datos de entrada, en primer lugar la herramienta calculará los factores de forma, que son constantes. Sin embargo, posteriormente será necesario analizar de forma independiente cada instante de tiempo. Esto se debe a que la posición solar influye sobre las proporciones iluminadas de las distintas superficies, y por lo tanto la proyección de la recta solar sobre el 2D, el cálculo de la radiación incidente y las ecuaciones de intercambio radiante serán resueltas por la herramienta para cada instante de tiempo de forma independiente.

2.1. Simplificación en 2D

En primer lugar la geometría de las lamas se simplificará en un 2D equivalente. Esto se hará observando el conjunto de lamas desde la perpendicular al plano determinado por el vector definido por la separación entre las lamas, y el definido por el ancho de lamas. El hecho de pasar del 3D al 2D equivalente simplificará el cálculo de los factores de forma y los intercambios radiantes. Para el cálculo numérico de los factores de forma, se ha recurrido al método de Hottel o de los hilos cruzados. Este método es explicado en las asignaturas en las que se hace uso de la herramienta, y es válido para el caso en que las superficies sean tan grandes en una dirección que se pueden considerar infinitas (problemas 2D).

2.2. Cálculo de la proyección de la recta solar sobre el plano 2D

A continuación, es necesario proyectar la recta solar sobre el plano bajo estudio, que depende del tipo de lamas. Dicha proyección sobre el 2D equivalente nos permitirá conocer las partes de las lamas y del fondo que están iluminadas, y cuáles no. En concreto, el ángulo buscado γ para la proyección en 2D (sobre el plano que contiene a P_1, P_2, P_3, P_4 que hemos llamado π) es con respecto al vector $v_{P_1P_2}$. La Figura 4 ilustra el caso para las lamas verticales en cubierta, y que es aplicable a los 3 tipos de lamas.

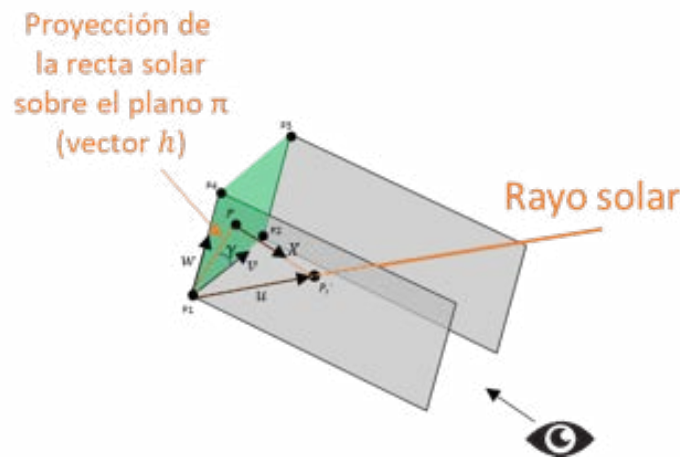


Figura 4. Proyección de la recta solar sobre el plano en 2D para laminas verticales en cubierta.

2.3. Cálculo de la proporción iluminada de cada superficie

Una vez hemos obtenido la proyección de la recta solar sobre el 2D equivalente, el programa a continuación divide cada una de las superficies en 2D bajo estudio en un número determinado de sub-segmentos. El número de divisiones de cada superficie depende de la precisión de la simulación escogida por el alumno. Posteriormente, desde el centro de cada uno de esos sub-segmentos de cada superficie lanzaremos un rayo con la dirección de la proyección de la recta solar sobre el 2D obtenida en la sección anterior. Si el rayo lanzado con la dirección del sol desde el centro de un sub-segmento impacta con alguna de las superficies, implicará que dicho sub-segmento no recibe radiación solar directa, y no estará iluminado. Si por el contrario dicho rayo no impacta con ninguna de las superficies, ello implica que estará iluminado, recibiendo radiación solar directa para esa posición solar concreta. La Figura 5 muestra un ejemplo:

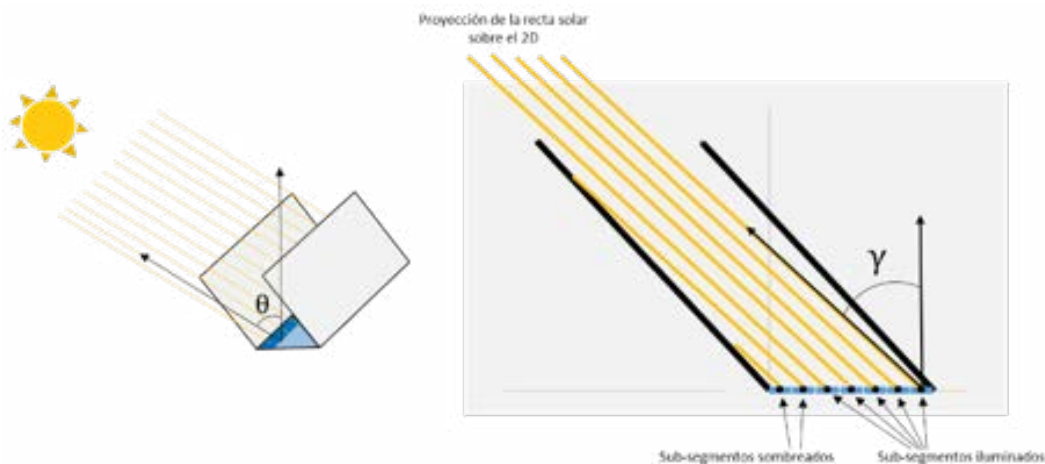


Figura 5. Ángulo real entre el rayo solar y la normal a la superficie S3 (izquierda) y ejemplo de subsegmentos iluminados en 2D (derecha).

Una vez se compute para cada superficie el número de sub-segmentos que están iluminados y los que están sombreados, la radiación directa incidente en la superficie se calcula como:

$$ID_{sup} = IDN \cdot \cos(\theta) \cdot \frac{n_{sub-seg \text{ iluminados}}}{n_{sub-seg \text{ total}}}$$

Donde IDN es la Irradiancia Directa Normal y θ es el ángulo entre la normal a la superficie estudiada y el rayo solar, calculado en 3D tal y como se indicará en la siguiente sección.

2.4. Cálculo de la radiación incidente

Para realizar el cálculo de la radiación total incidente sobre una superficie, como se ha comentado anteriormente es necesario llevar a cabo el cálculo en 3D, considerando los cosenos directores tanto del rayo solar como de la perpendicular a la superficie. De esa forma, se podrá calcular el ángulo θ entre el rayo solar y la normal a la superficie, que determinará la radiación incidente una vez conocida la IDN. Dado que los vectores del rayo solar y de la normal a cada superficie son unitarios, el coseno del ángulo de incidencia entre el rayo solar y la normal a cada superficie (producto escalar) sería por lo tanto:

$$\cos(\theta) = \cos(Z_{sol}) \cdot \cos(Z_s) + \cos(W_{sol}) \cdot \cos(W_s) + \cos(S_{sol}) \cdot \cos(S_s)$$

Finalmente, la irradiación directa que incide sobre la superficie será:

$$ID_{sup} = IDN \cdot \cos(\theta)$$

Dicho cálculo será realizado para cada una de las superficies del conjunto de lamas, y para cada posición solar estudiada por los alumnos.

2.5. Balances de radiación de corta longitud de onda

Para determinar las componentes absorbida, reflejada y transmitida de la radiación solar en el conjunto de lamas en cada instante de simulación, es necesario realizar el balance de intercambio radiante, que depende de la radiación incidente en cada superficie estimada mediante la simplificación en 2D, así como de los factores de forma. La Figura 6 muestra el intercambio que ocurre en un conjunto de lamas verticales en cubierta.

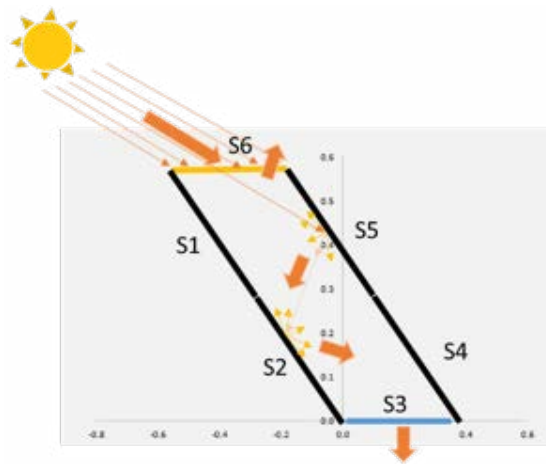


Figura 6. Intercambio radiante en las lamas.

Para resolver los balances es necesario emplear dos ecuaciones para cada una de las superficies que constituyen el recinto: la del flujo de calor neto en cada superficie, y la de su radiosidad correspondiente.

$$Q_i = -\varepsilon_i \cdot S_i \cdot \left[\sum_{j=1}^n F_{i,j} \cdot J_j + \varphi_{Di} + \varphi_{di} \right]$$

$$J_i = (1 - \varepsilon_i) \cdot \left[\sum_{j=1}^n F_{i,j} \cdot J_j + \varphi_{Di} + \varphi_{di} \right]$$

Donde S_i es el área de la superficie i , $\varepsilon=\alpha$ (absortividad, superficies grises), φ_{Di} es la incidencia primaria de directa y φ_{di} la incidencia primaria de difusa.

Una vez resuelto dicho sistema de ecuaciones, finalmente se calculan la absortividad, reflectividad y transmisividad del conjunto de lamas.

3. USO DE LA HERRAMIENTA POR PARTE DEL ALUMNADO

3.1. Interfaz de usuario

El alumno deberá introducir los datos relativos a la geometría de las lamas, empezando por indicar el tipo de lamas: horizontales, verticales en paredes, o verticales en cubiertas. Una vez se haya indicado, la herramienta mostrará una imagen del tipo de lamas escogido, así como los parámetros que se deberán indicar en la herramienta tales como el ancho de las lamas, la separación, su inclinación, etc. El alumno puede escoger un color claro, medio u oscuro, dando mucho juego al estudio de distintas posibilidades y las consecuencias que dicho color tiene sobre las propiedades ópticas del conjunto de lamas. Por último, el alumno deberá incluir un archivo con todos los datos relativos a la radiación solar, incluyendo una fila por cada instante de tiempo que desee analizar. Los datos necesarios son: hora, acimut solar (o S, + E, - O), altura solar, radiación directa sobre superficie horizontal, radiación difusa sobre superficie horizontal, que pueden ser obtenidos por ejemplo de los archivos climáticos de referencia proporcionados por el Código Técnico de la Edificación. Una vez el alumno haya introducido todos los datos necesarios, hará clic en el botón de calcular, y tras unos segundos se le mostrará la pantalla de resultados. La pantalla de introducción de datos se puede observar en la Figura 7.

Figura 7. Botón para proceder a realizar los cálculos de la herramienta.

3.2. Pantalla de resultados

La Figura 8 muestra un ejemplo de los resultados obtenidos para los datos indicados en la sección anterior.



Figura 8. Pantalla de resultados de la herramienta.

La pantalla de resultados muestra en el lado izquierdo los datos introducidos por el alumno. En la parte superior, se puede escoger mostrar los resultados para un instante de tiempo concreto, incluyendo la proyección de la recta del rayo solar sobre el plano estudiado. Finalmente, la tabla mostrada en la pantalla de resultados incluye en sus 5 primeras columnas los datos del archivo climático. A continuación, se calcula la IDN para cada instante de simulación y la absorptividad, reflectividad y transmisividad del conjunto de lamas. Además, se calcularán el Q absorbido, reflejado y transmitido por el conjunto de lamas, en W/m. Debe tenerse en cuenta que dichos valores corresponderían con cada par de lamas. En caso de tener un conjunto con más lamas, se multiplicarán dichos valores por el número total de pares de lamas.

4. CONCLUSIONES

El presente documento ha presentado una herramienta innovadora para el estudio de las propiedades ópticas en elementos de control solar, empleados para modificar la radiación que llega a los edificios. Mediante una interfaz sencilla, los alumnos son capaces de obtener los valores de la radiación absorbida, reflejada y transmitida por los sistemas de lamas. Esta herramienta les permite aprender las implicaciones de un diseño correcto de estos sistemas, variando la geometría y aprendiendo a hacer un análisis crítico de los resultados.

Además, este trabajo pone de manifiesto la aplicabilidad que tienen herramientas docentes como la desarrollada, demostrando que su uso es extremadamente útil para hacer más accesible a los alumnos el aprendizaje de los conceptos explicados en las asignaturas cursadas, en particular en aquellas relacionadas con la ingeniería. Al poder emplearse estas herramientas en sistemas utilizados en la vida real, los alumnos aprenden a realizar un correcto dimensionado de los elementos bajo estudio basándose en sus conocimientos. Además, pueden ver y entender de forma mucho más simple e intuitiva las implicaciones que tienen los conceptos teóricos aprendidos durante su recorrido académico.

REFERENCIAS

- F. P. Incropera, D. P. De Witt (1999). *Fundamentos de Transferencia de Calor*. 4a Ed, Pearson Educacion.
- J.A. Duffie, W.A. Beckman (1991). *Solar Engineering of Thermal Processes*. 2nd ed, John Wiley and Sons. NY, USA.

ENERUCA: Metodología del aprendizaje basado en proyectos aplicado a la educación ingenieril

Daniel Castro Medina^a, María del Carmen Guerrero Delgado^a,
Teresa Rocío Palomo Amores^a, Laura Romero Rodríguez^b,
José Sánchez Ramos^a, Servando Álvarez Domínguez^a

dcastro@us.es; mgdelgado@us.es; tpalomo@us.es; lrr@us.es; jsr@us.es; salvarez@us.es

^aUniversidad de Sevilla (Calle Américo Vespucio, 41092, Sevilla, España)

^b universidad de Cádiz (Av. Universidad de Cádiz, 10, 11519 Puerto Real, Cádiz, España)

ABSTRACT

The changes experienced in the information society have influenced the students who enter universities. Modern technological development requires engineers committed to their social, environmental and cultural environment, with skills that privilege applying knowledge in practice, group and interdisciplinary work, the ability to pose and solve problems and formulate and manage projects. , make decisions, as well as skills to interact and communicate orally and in writing.

Project-Based Learning (PBL) is a didactic methodology in which students, organized by groups, acquire, use, and apply the subject's concepts through their research. Said knowledge is applied to the resolution of a project.

The general objective of this work has consisted in the implementation of a teaching methodology based on work with small groups and project-based learning, which complement the current theoretical-practical teaching of the subject and meet the educational challenges posed by the EHEA (European Higher Education Area). In addition, the project's objective is from an actual design to make a basic project to obtain buildings with almost zero energy.

Keywords: PBL, university teaching, teaching methodology, empirical studies.

RESUMEN

Los cambios experimentados en la sociedad de la información han influido en el alumnado que accede a las universidades . El desarrollo tecnológico moderno exige ingenieros comprometidos con su entorno social, ambiental y cultural, con competencias que favorezcan la aplicación de conocimientos en la práctica, el trabajo en grupo e interdisciplinario, la capacidad para plantear y resolver problemas, para formular y gestionar proyectos y tomar decisiones, además de habilidades para interactuar y comunicarse de forma oral y escrita.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología didáctica en la que los alumnos, organizados por grupos, adquieren, utilizan y aplican, a través de su investigación, los conceptos de la asignatura. Dichos conocimientos son aplicados a la resolución de un proyecto.

El objetivo general de este trabajo ha consistido en la puesta en marcha de una metodología docente basada en el trabajo con grupos reducidos y el aprendizaje basado en proyectos, que complementen la actual enseñanza teórico-práctica de la materia y satisfaga los retos educativos planteados por el EEES (Espacio Europeo de Educación Superior). El objetivo del proyecto llevado a cabo es hacer un proyecto básico para la obtención de un edificio de energía casi nula a partir de un diseño real.

Palabras clave: ABP, enseñanza universitaria, metodología docente, estudios empíricos.

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de nuevas tecnologías y metodologías docentes en el ámbito de la educación superior es un tema muy debatido en la universidad. Los cambios experimentados en la sociedad de la información han influido en el alumnado que accede a las universidades (Angelo et al. 2017). El desarrollo tecnológico moderno exige ingenieros comprometidos con su entorno social, ambiental y cultural, con competencias que privilegien la aplicación de conocimientos en la práctica, el trabajo en grupo e interdisciplinario, la capacidad para plantear y resolver problemas, para formular y gestionar proyectos, tomar decisiones, además de habilidades para interactuar y comunicarse de forma oral y escrita. Todo esto motiva un debate abierto en el profesorado de las universidades en la búsqueda de nuevas metodologías para transmitir y motivar el aprendizaje a nuestros alumnos, con el objetivo de formar profesionales adaptados a esta nueva sociedad (Foster, Rawson, and Dunlosky 2018). En correspondencia con estos requerimientos, surge el cuestionamiento de los métodos tradicionales de enseñanza y el creciente interés por metodologías de enseñanza-aprendizaje, que garanticen el logro de tales competencias. Una de las metodologías activas es la de Aprendizaje Basado en Proyectos/Problemas (ABP), en inglés Project/Problem Based Learning (PBL) (Lazo et al. 2010).

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología didáctica en la que los alumnos, organizados por grupos, adquieren, utilizan y aplican, a través de su investigación, los conceptos de la asignatura. Dichos conocimientos son aplicados a la resolución de un proyecto. Este proyecto sólo estará adecuadamente diseñado cuando para concluirlo de manera exitosa sea necesario adquirir todos los conocimientos que el profesor desea transmitir. Diversos estudios (Pérez 2008; Profesores and Con 2003; Rafidah et al. 2012; Yew and Goh 2016) muestran que el ABP fomenta habilidades tan importantes como el aprendizaje autónomo, la capacidad de expresión oral y escrita, la capacidad de autoevaluación, la planificación del tiempo, o la planificación por proyectos. Además, mejora la motivación del alumno, lo que se traduce en un mejor rendimiento académico y una mayor persistencia en el estudio.

El objetivo general de este trabajo ha consistido en la puesta en marcha de una metodología docente basada en el trabajo con grupos reducidos y el aprendizaje basado en proyectos, que complementen la actual enseñanza teórico-práctica de la materia y satisfaga los retos educativos planteados por el EEES (Espacio Europeo de Educación superior). El objetivo del proyecto llevado a cabo es hacer un proyecto básico para la obtención de un edificio de energía casi nula a partir de un diseño real. En dicho proyecto podrán valorar estrategias de mejora, estudiadas en clase o motivadas por la innovación de los implicados así como su impacto energético y económico. Así mismo, durante el desarrollo de dicho proyecto los alumnos emplearán tareas de organización y gestión del proyecto de forma que el cumplimiento del cronograma de actividades del mismo sea ejecutado de forma satisfactoria.

El desarrollo de las actividades propuestas ha proporcionado al alumno un conocimiento sobre el desarrollo de proyectos en ingeniería energética que son esenciales para los especialistas universitarios en este campo, además de complementar la docencia en áreas como gestión de proyectos.

En la literatura es posible encontrar otros trabajos sobre el aprendizaje basado en proyectos relacionados con el ámbito docente ingenieril-científico. Entre ellos, está el trabajo realizado por (Estruch and Silva n.d.)y orienta-dos al ejercicio memorístico y a la resolución de problemas tipificados resultan insuficientes para formar profesionales con este perfil. El éxito de los nuevos planes de estudio (surgidos a raíz de la Declaración de Bolonia para el aprendizaje basado en proyectos en la carrera de ingeniería informática y el trabajo realizado por (Calvo et al. 2018) sobre un enfoque multidisciplinario de ABP para la enseñanza de la informática industrial y la robótica en ingeniería

2. METODOLOGÍA

La metodología llevada a cabo para desarrollar el trabajo contiene las bases del aprendizaje basado en proyectos y sigue las etapas descritas en la figura 1.



Figura 6. Metodología Eneruca (Anon n.d.)

Los docentes que forman parte de dicho proyecto de innovación tienen dos labores fundamentales: Una de ellas es la gestión y coordinación del proyecto para cumplir los objetivos. La segunda labor es el apoyo al alumnado.

En una fase inicial (etapa 0), se le presenta a los alumnos un enfoque global de la metodología de trabajo propuesta, en la cual se tratan todas las etapas que conforman la metodología ENERUCA.

Tras la fase inicial, la metodología descrita en la figura 1 se ha presentado al alumnado con el siguiente índice de apoyo sobre el trabajo a realizar:

Etapas 1: Presentación Hito 1: Participación colaborativa del alumnado

Presentación de metodología de trabajo, objetivos y propuestas de trabajos.

Formación de grupos colaborativos.

Organización y planificación.

Etapas 2: Definición de proyectos Hito 2: Análisis y síntesis

2.1- Definición y montaje del caso

Todos los datos para su modelado

El alumno elige edificio a estudio entre una muestra de edificios disponibles o propone uno de su interés.

2.2- Caracterización y análisis de la situación de partida

A partir de los conocimientos adquiridos en la asignatura el alumno realiza una diagnosis crítica del edificio y define su línea base de energía.

2.3- Creación de propuestas de mejora

Etapas 3: Desarrollo del proyecto NZEB

3.1- Análisis de la viabilidad técnica y económica de las mejoras propuestas.

3.2- Creación de la infraestructura informática que permita la evaluación energética y económica de las propuestas así como de sus posibles combinaciones.

3.3- Optimización. Definición de función objetivo y restricciones a partir de 3.1 y obtención del paquete de mejora óptimo.

Etapas 4: Presentación de resultados

4.1- Postproceso de resultados y generación de material para la exposición y defensa de los mismos.

4.3- Presentación oral y entrega de la memoria del proyecto.

3. RESULTADOS

Como resultado académico de los trabajos cada grupo ha realizado una memoria técnica y una defensa oral del proyecto que ha sido evaluada por el profesorado involucrado. La memoria técnica y defensa oral de dichos trabajos contempla un índice general como el mostrado a continuación:

1. Introducción
2. Descripción del edificio a estudio
3. Evaluación de la situación energética inicial
4. Cálculo de parámetros característicos y coeficientes correctores
5. Diagnosis del edificio y propuesta de medidas de mejora
6. Análisis de la situación energética del edificio mejorado

Como ejemplo de resultados se expone los obtenidos por uno de los grupos de trabajo. Este caso se trata de un edificio de oficinas situado en Madrid. El objetivo del Proyecto, como se ha comentado anteriormente, es la evaluación de la situación energética del edificio y la propuesta de medidas de mejora con el fin de conseguir una reducción de la demanda energética del edificio. En la figura 2 se muestran algunas de las diapositivas correspondientes a la presentación de los resultados obtenidos por dicho grupo de trabajo.



Figura 2. Ejemplos de resultados ENERUCA

Además de dicho trabajo se han llevado a cabo en clase secciones de juegos de evaluación de los conocimientos adquiridos a través de preguntas tipo test programadas en Kahoot (figura 3).

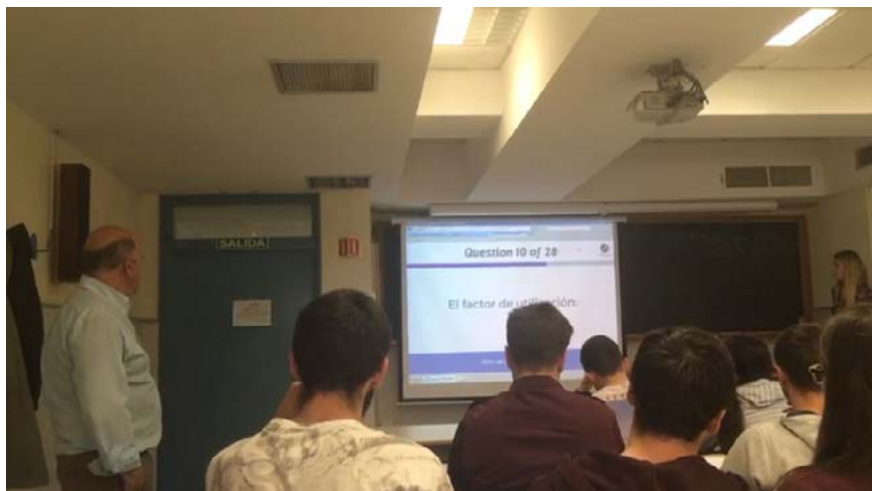


Figura 3. Juegos de evaluación de conocimientos adquiridos en aulas con Kahoot

De la aplicación de la metodología ENERUCA a las aulas universitarias se destaca:

- El desarrollo de las capacidades necesarias para resolver un problema real.
- Adquisición de habilidades como la comunicación, colaboración y pensamiento crítico.

4. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas tras la implantación de la metodología descrita son:

- ✓ Los alumnos han adquirido habilidades como la comunicación, colaboración y pensamiento crítico. Es poco común en las asignaturas universitarias vinculadas con la ingeniería la implantación del aprendizaje basado en proyectos y sin embargo resulta de vital importancia para el alumnado de dichos estudios.

- ✓ Los alumnos han conseguido profundizar en los contenidos de las asignaturas implicadas.
- ✓ Con la implantación de la metodología se ha conseguido que los alumnos adquieran un rol activo y una elevada motivación académica.
- ✓ Se ha promovido la generación de dudas, la crítica y la colaboración.

REFERENCIAS

- Angelo, Michael, B. Promentilla, Rochelle Irene, G. Lucas, Kathleen B. Aviso, and Raymond R. Tan. 2017. "Problem-Based Learning of Process Systems Engineering and Process Integration Concepts with Metacognitive Strategies : The Case of P-Graphs for Polygeneration Systems." *Applied Thermal Engineering* 127:1317–25. doi: 10.1016/j.applthermal-eng.2017.08.086.
- Anon. n.d. "Cómo Aplicar El Aprendizaje Basado En Proyectos En Diez Pasos -AulaPlaneta." Retrieved July 31, 2021 (<https://www.aulaplaneta.com/2015/02/04/recursos-tic/como-aplicar-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-en-diez-pasos/>).
- Calvo, Isidro, Itziar Cabanes, Jeronimo Quesada, and Oscar Barambones. 2018. "A Multidisciplinary PBL Approach for Teaching Industrial Informatics and Robotics in Engineering." *IEEE Transactions on Education* 61(1):21–28. doi: 10.1109/TE.2017.2721907.
- Estruch, Vicent, and Josep Silva. n.d. "Aprendizaje Basado En Proyectos En La Carrera de Ingeniería Informática."
- Foster, Nathaniel L., Katherine A. Rawson, and John Dunlosky. 2018. "Self-Regulated Learning of Principle-Based Concepts : Do Students Prefer Worked Examples , Faded Examples , or Problem Solving ?" *Learning and Instruction* 55(December 2016):124–38. doi: 10.1016/j.learninstruc.2017.10.002.
- Lazo, Juliet Díaz, M. Sc Adriana, Pérez Gutiérrez, and René Florido. 2010. "Impacto de Las Tecnologías de La Información y Las Comunicaciones Para Disminuir La Brecha Digital En La Sociedad." 81–90.
- Pérez, Marisabel Maldonado. 2008. "Aprendizaje Basado En Proyectos Colaborativos. Una Experiencia En Educacion Superior."
- Profesores, Violant, and Barcelona Con. 2003. "Estrategias Creativas En La Enseñanza Universitaria."
- Rafidah, Sharifah, Wan Alwi, Khairiyah Mohd, and Haslenda Hashim. 2012. "Sustainability Education for First Year Engineering Students Using Cooperative Problem Based Learning." 56(Ictthe):52–58. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.631.
- Yew, Elaine H. J., and Karen Goh. 2016. "Problem-Based Learning : An Overview of Its Process and Impact on Learning." *Health Professions Education* 2(2):75–79. doi: 10.1016/j.hpe.2016.01.004.

Desarrollo de competencias mediante la realización de actividades prácticas con sistemas solares fotovoltaicos y baterías de almacenamiento en la EII empleando herramientas TIC-Covid

I. Montero^a, F.J. Sepúlveda, F. Barrena, M.T. Miranda, J.I. Arranz, C.V. Rojas, D. Larra

imontero@unex.es; fsepulveda@unex.es; fernandob@unex.es; tmiranda@unex.es; jiarranz@unex.es; cvrojas@unex.es; larrarey@unex.es

^aUniversidad de Extremadura, Escuela de Ingenierías Industriales, Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales, Avda. de Elvas, s/n, 06006 Badajoz, España

ABSTRACT

The renewal of practical activities that complement the theoretical contents taught is fundamental to adapt to the dynamics of global changes in technological tools. In this way, students develop professional competences and learn useful habits for their future jobs. The Enermyt group of the Thermal Motors and Machines Area of the University of Extremadura is developing a prototype consisting of two photovoltaic installations with battery storage for self-consumption. Based on these installations, innovative practical activities have been designed in different degrees that provide added value to the training of its students, enriching teaching in accordance with the new practical focus of European Higher Education Area even in pandemic situations.

Thus, the development of these activities is an opportunity for students to face new challenges, work in teams and acquire knowledge of different subjects, through the use of Information and Communication Technology (ICT) tools.

Keywords: development, photovoltaics, batteries, ICT.

RESUMEN

La renovación de las actividades prácticas que se complementan con los contenidos teóricos impartidos es fundamental para adaptarse a la dinámica de cambios global en las herramientas tecnológicas. De esta forma, los alumnos desarrollan competencias profesionales y aprenden hábitos laborales útiles para sus futuros empleos. El grupo ENERMYT del Área de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad de Extremadura se encuentra en desarrollo de un prototipo formado por dos instalaciones fotovoltaicas con almacenamiento en baterías para autoconsumo. En base a estas instalaciones se han diseñado innovadoras actividades prácticas en diferentes titulaciones que otorgan un valor agregado a la formación de sus alumnos,

enriqueciendo la enseñanza de acuerdo al nuevo enfoque práctico del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), incluso en situaciones de pandemia.

Así, el desarrollo de estas actividades es una oportunidad para que los estudiantes se enfrenten a nuevos desafíos, trabajen en equipo y adquieran conocimientos de diferentes temáticas a través del uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Palabras clave: desarrollo, fotovoltaica, baterías, TIC.

1. INTRODUCCIÓN

Para alcanzar una formación de calidad y especialmente práctica, siguiendo la filosofía ECTS (European Credit Transfer System) según el EEES, es necesario el diseño de contenidos que permitan un contacto directo del alumno con la disciplina a comprender. De esta forma, el grupo de Energía del Área de Máquinas y Motores Térmicos (ENERMYT) de la Universidad de Extremadura (UEX) desempeña distintas tareas de formación en el campo de las energías renovables, y más concretamente, en lo referente al aprovechamiento del recurso solar para generación de energía en los edificios. Este grupo está realizando la instalación de un prototipo formado por dos instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo con almacenamiento de energía en baterías que trabajan en diferentes condiciones eléctricas y que pretende ser utilizado para impartir prácticas de varias asignaturas de las titulaciones del área en la Escuela de Ingenierías Industriales (EII), desarrollando la innovación docente mediante el uso de herramientas TIC, que además permitan al alumno, en situaciones de pandemia como las vividas durante el último año, el contacto online con una instalación real y realizar sus prácticas de manera virtual.

La demanda de energía en los edificios y en la construcción de estos supera un tercio del consumo de energía final mundial y es responsable de en torno al 40% del total de las emisiones globales de CO₂ (IRENA, 2016). Asimismo, la energía primaria generalmente no es empleada por los consumidores finales, por lo que en los procesos de transformación en energía final se consume gran proporción de esta. Así, la producción energética en el edificio in situ eliminaría una fracción importante de las pérdidas energéticas derivadas de los procesos de transformación. La reducción de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) es también un factor importante que debe considerarse para avanzar hacia el modelo energético basado en las energías renovables (Mullerivawage et al., 2020).

Tras ver el importante impacto del sector de la edificación en el consumo de energía y la existencia mayoritaria de edificios ineficientes energéticamente, actuar sobre ellos con medidas eficaces es una prioridad. En este sentido, la producción de energía a través del recurso solar ha sido ampliamente considerada como una de las soluciones más eficaces y eficientes para hacer frente a los problemas mencionados.

La energía fotovoltaica es uno de los más importantes recursos renovables en muchos países, incluyendo grandes potencias, como Estados Unidos o China. La potencia instalada de energía fotovoltaica (PV) a nivel mundial ha aumentado significativamente en los últimos años. En el año 2018 se instalaron alrededor de 500 GW de energía fotovoltaica, lo que supuso un incremento de 90 veces respecto a los datos de 2006 (Keiner et al., 2019). De este modo, se prevé que la capacidad solar fotovoltaica mundial se triplicará durante la próxima década, pudiendo alcanzarse valores próximos a 1.500 GW para 2030 (GlobalData Power Intelligence, 2019).

No obstante, existen algunos obstáculos para el uso extendido de las energías renovables, en general, y de la fotovoltaica, en particular, como son la dificultad para gestionarlas debido a su aleatoriedad, el uso de tecnologías modernas en la producción energética, los riesgos asociados a la inversión y su menor rendimiento energético en comparación con los combustibles fósiles.

Ante esta circunstancia, es necesario el desarrollo de formas de almacenamiento de energía. Asimismo, los avances de las tecnologías de control implementadas en las instalaciones de generación de energía renovable otorgan valor añadido al almacenamiento energético, que aumentará más si cabe con la nueva tarificación eléctrica, permitiendo a los usuarios un control absoluto de la energía autogenerada y posibilitando un importante ahorro económico (Fitzgerald et al., 2015). Con la aparentemente progresiva disminución del precio de los sistemas de almacenamiento, se espera una rápida expansión del mercado de estos sistemas por medio de baterías en la edificación.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se han diseñado una serie de prácticas para que el alumno comprenda y asimile conceptos teóricos antes explicados en asignaturas de diversas titulaciones de la EII (UEX). Estas prácticas suponen un hito importante en el centro, ya que es posible el estudio real de instalaciones tecnológicamente innovadoras. A esto se suma un enfoque tecnológico mediante el uso de recursos *online* y *streaming* para que el alumno pueda interactuar en tiempo real de modo remoto, a la vez que se realiza una grabación para su posterior visualización.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal perseguido con la realización de esta serie de actividades prácticas es el desarrollo del alumno, tanto en el ámbito de los sistemas fotovoltaicos con almacenamiento de energía, cada vez más numerosos en todo el mundo por su capacidad para producir energía de forma limpia, fiable y segura, como en el control de instalaciones a través de la implantación de un sistema de comunicación entre los diferentes componentes. De esta forma, los estudiantes pueden acceder a datos, establecer parámetros de control o enviar ordenes a componentes, de forma remota usando las herramientas TIC.

El alumno va a comprender el funcionamiento de los diferentes componentes de la instalación como paneles fotovoltaicos, cableado, inversores, regulador de carga y baterías. Es de destacar la formación que recibe el estudiante en diversos campos, con el empleo de sondas y sensores en el ámbito de la domótica y de la automatización de instalaciones y con aparatos de medida de parámetros eléctricos en la rama de la electricidad.

La realización de estas actividades supone un complemento de apoyo a diferentes asignaturas de las titulaciones de “Máster Universitario en Ingeniería Industrial” (MUII), “Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales” (MUPRL) y “Máster Universitario en Energías Renovables, Gestión y Eficiencia Energética” (MUERGE), impartidas por el Área de Máquinas y Motores Térmicos de la UEX. De este modo, el desarrollo íntegro de dichas actividades suponen el alcance de competencias específicas de las distintas asignaturas, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Competencias y aprendizaje en asignaturas.

Asignatura	Titulación	Competencias	Aprendizaje
Sistemas Renovables en la Edificación	MUII	Capacidad para análisis, diseño y gestión de instalaciones de energías renovables en edificación.	Realizar el análisis, dimensionado y gestión de instalaciones fotovoltaicas en edificación.
Energía solar	MUII	Capacidad para análisis, diseño y gestión de instalaciones de aprovechamiento de energía solar.	Adquirir conocimientos avanzados sobre energía solar y capacidad para realizar el análisis y dimensionado de instalaciones fotovoltaicas.

Edificación sostenible y auditorías	MUII	Capacidad para análisis, cálculo y optimización de instalaciones relacionados con la energía en edificación.	Adquirir conocimientos avanzados sobre las instalaciones de la edificación.
Condiciones de seguridad en sectores específicos	MUPRL	Capacidad para identificar, seleccionar y manejar herramientas aplicables a la investigación en PRL.	Que el alumno reconozca los riesgos asociados a estos sectores específicos.
Riesgos específicos de seguridad	MUPRL	Capacidad para emplear técnicas de análisis de riesgos de seguridad en el trabajo.	Conocer diferentes riesgos de seguridad y saber detectarlos en situaciones reales.
Principios y técnicas de seguridad	MUPRL	Capacidad para realizar diseños de lugares de trabajo y seleccionar adecuadamente señalizaciones de seguridad.	Conozca y comprenda los Principios Básicos de Seguridad y las técnicas asociadas a ella.
Análisis de Edificios e Instalaciones Industriales bajo el concepto NZEB	MUERGE	Capacidad para cuestionar las mejoras de eficiencia adoptadas y compararlas con el equipo en un edificio.	Capacidad para valorar y cuantificar los beneficios medioambientales producidos con las mejoras adoptadas en instalaciones de autoconsumo y en edificio NZEB.

Fuente EII, UEx y RUCT

El profesorado tiene la necesidad de reorientar las actividades realizadas en base al enfoque práctico del EEES, máxime en tiempos de pandemia como las vividas en el último año. Así, mediante la implantación de estas prácticas, se refuerza la participación activa del alumnado tanto presencial como online, a la vez que se favorece la atención del profesorado, se acrecenta la flexibilidad en la enseñanza, se emplean nuevas tecnologías y se adquieren capacidades y procedimientos prácticos fundamentales para el desarrollo laboral del alumno, entre otros.

3. METODOLOGÍA

Las actividades prácticas se realizarán en el edificio de la EII de la Universidad de Extremadura en Badajoz y podrán visualizarse tanto *online* como en *streaming* a través del Campus Virtual de la UEx (CVUEx). La metodología se basa en píldoras formativas, es decir, se grabarán vídeos específicos, de corta duración, pero que profundizan en los contenidos. La impartición en directo, si no fuera posible la formación presencial, se realizarán con herramientas tipo Zoom u otras. Los grupos de trabajo presenciales o en *streaming* han de ser reducidos para favorecer la participación e integración de los alumnos y el contacto con los sistemas de monitorización. Para facilitar el manejo, las prácticas constarán de los puntos desarrollados en los apartados siguientes.

3.1. Toma de contacto con la instalación

El alumno se familiarizará con los distintos componentes que integran la instalación prototipo. La primera tarea consistirá en compartir hojas de características técnicas y de cómo funciona el sistema, cuyo esquema se muestra en la Figura 1, a través de vídeos breves.

Así, la instalación de Alto Voltaje (High Voltage, HV) está formada por:

- Campo solar fotovoltaico, de potencia pico 2,7 kW, formado por 6 paneles de silicio monocristalino con capa PERC, fijos y conectados en serie. Los módulos fotovoltaicos se orientan hacia el sur con una inclinación de 30°.

- b. Inversor híbrido, con una potencia de salida de 3 kW.
- c. Batería de ferrofosfato de litio que almacena la energía eléctrica a Alto Voltaje.

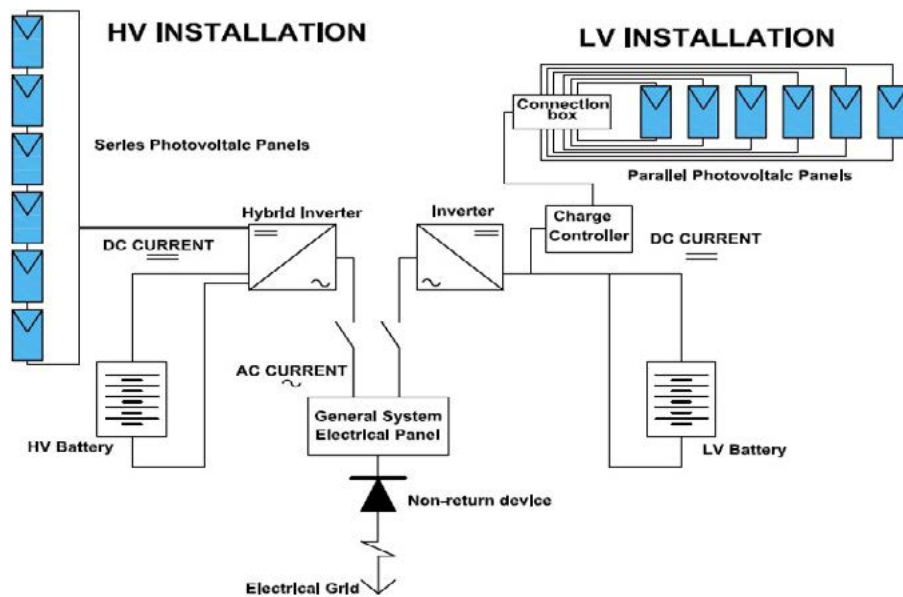


Figura 1. Esquema de instalación prototipo

La instalación de Bajo Voltaje (Low Voltage, LV) está constituida por:

- a. Campo solar fotovoltaico idéntico a la instalación HV, excepto el conexionado. En este caso, los módulos se conectan en paralelo entre sí.
- b. Regulador de carga + Inversor, con una potencia de salida igual a 2,4 kW.
- c. Batería de ferrofosfato de litio que almacena la energía eléctrica a Bajo Voltaje.

Durante la reproducción de las prácticas, se enseñará el uso de equipos de medida (Figura 2).



Figura 2. Equipos de medida. Izquierda: Estación meteorológica WatchDog Series 2000. Centro: Pinzas amperimétricas. Derecha: Multímetro

3.2. Realización de la actividad y toma de datos

Una vez comprendido qué elementos componen la instalación y su funcionamiento, se mostrarán tutoriales de actividades técnicas grabadas. La instalación prototipo presenta una serie de características que posibilitará efectuar las siguientes sesiones prácticas:

- a. Análisis y medición de parámetros eléctricos y climatológicos.
- b. Control de la instalación (sensores, plataforma digital, control remoto, etc.).
- c. Influencia del conexionado entre paneles fotovoltaicos.
- d. Estudio comparativo de inversores.
- e. Estudio de funcionamiento de baterías. Control de carga/descarga de baterías.

- f. Comparación de resultados teóricos con reales en los distintos componentes.
- g. Operaciones básicas de mantenimiento en el prototipo.
- h. Riesgos asociados, prevención y seguridad. Normas y directrices de seguridad.

Durante el desarrollo de cualquiera de las prácticas (presenciales, en *streaming* o grabadas) los alumnos tomarán datos relevantes y anotarán las incidencias observadas.

3.3. Análisis de resultados

Cada grupo de trabajo elaborará un informe final de cada práctica que presentará al docente, donde se recogerán los datos más significativos, cálculos, las principales observaciones y conclusiones derivadas de la actividad. A continuación, se exponen algunos de los resultados que pueden extraerse de los equipos de forma remota (Figura 3 y Figura 4), así como una hoja para la recogida de datos (Tabla 2). Por su parte, en la Tabla 3 se muestra un ejemplo de rúbrica aplicado a la corrección de un apartado de un problema o caso práctico.

t	Solar Rad (wat/m2)			Leaf Wetness (LW)			Leaf Wetness (LW)			Temperature (°C)			Temperature (°C)		
	SRD	WETB	WETC	*C	*C	*C	%	*C	mm	Deg	km/h	km/h	*C	DEW	
2021-04-21 11:05			0.0	0.2	0.0	-36.6	-7.1	-36.5	61.9	18.0	0.0	218	0	0	10.7
2021-04-21 11:06			0.0	0.2	0.0	-36.5	-6.9	-36.4	61.7	18.0	0.0	218	0	0	10.6

Figura 3. Datos recogidos en la estación meteorológica.

Además de tener acceso a los datos medidos por la estación meteorológica, cada grupo de trabajo podrá extraer la información proporcionada por los fabricantes de los inversores accediendo a su plataforma web. De esta forma, se obtendrán los datos necesarios para elaborar el informe de prácticas.

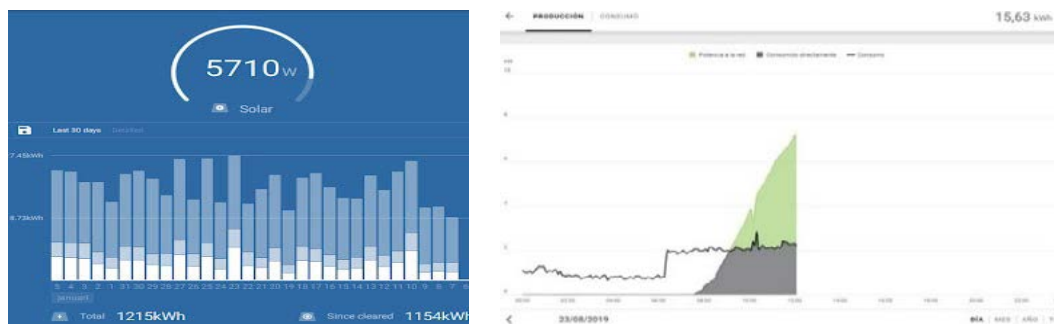


Figura 4. Datos extraídos de inversores.

Tabla 2. Hoja de recogida de datos medidos.

Parámetro	Dispositivo de medición	Valor
Tensión a la salida del campo solar (V)	Multímetro	
Tensión en bornes de batería (V)	Multímetro	
Intensidad a la salida del campo solar (A)	Pinzas amperimétricas	
Intensidad a la salida del inversor (A)	Pinzas amperimétricas	
Temperatura ambiente (°C)	Estación meteo	
Temperatura de panel (°C)	Estación meteo	

Fuente propia

Tabla 3. Ejemplo de rúbrica de corrección de un apartado de caso práctico.

Calificación sobre total	Evaluación
0%	No resuelto. Hay errores graves de concepto.
25%	Algunas partes bien planteadas, pero no en su totalidad. Contiene errores leves de concepto.
50%	Contiene errores de cálculo y no está bien explicado. Bien planteado pero mal resuelto.
75%	Resolución correcta, pero explicación insuficiente. Explicación correcta aunque con errores de cálculo leves.
100%	Resolución, discusión de resultados y explicación correcta, clara y con rigor.

Fuente propia

4. CONCLUSIONES

Mediante la realización de esta serie de actividades prácticas, el alumno adquiere un notable conocimiento acerca del funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo con almacenamiento energético en baterías, a la vez que gana aprendizaje sobre técnicas de control, electrónica, electricidad, seguridad laboral, normativas, etc. empleando las TIC.

Además de familiarizarse con este tipo de sistemas, el alumno se enfrenta a trabajos habituales en su futuro mundo laboral. A través de estas nuevas actividades, se consigue un aumento de la realidad que prácticas desarrolladas en anteriores cursos no podían ofrecer a los alumnos y se adquiere una nueva e innovadora metodología de enseñanza, más flexible y adaptada a las herramientas TIC, incluso en situaciones de pandemia.

Asimismo, puede afirmarse que mediante la realización de este tipo de actividades se garantiza el desarrollo formativo de los alumnos en asignaturas de varias titulaciones. Este tipo de sesiones facilita la consolidación de los conocimientos teóricos explicados en otras sesiones, mejorando la obtención de las competencias y resultados de aprendizaje pretendidos en la docencia de las diferentes asignaturas según sus planes docentes.

Finalmente, tras realizar estas actividades, el alumno alcanzará una mayor concienciación en cuanto al uso de las energías renovables, la producción de electricidad limpia y autóctona, siendo consciente de su valor para lograr los objetivos globales planteados en materia de energía y clima y del uso de las TIC.

REFERENCIAS

- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2016). The power to change: solar and wind cost reduction potential to 2025. Recuperado de <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/The-Power-to-Change-Solar-and-Wind-Cost-Reduction-Potential-to-2025> (accessed on April 16, 2021)
- Mulleriyawage, U.G.K., Shen, W.X. (2020). Optimally sizing of battery energy storage capacity by operational optimization of residential PV-Battery systems: An Australian household case study. In Renewable Energy (Vol. 160, pp. 852–864). <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.07.022>
- Keiner, D., Ram, M., Barbosa, L.D.S.N.S., Bogdanov, D., Breyer, C.. (2019). Cost optimal self-consumption of PV prosumers with stationary batteries, heat pumps, thermal energy

storage and electric vehicles across the world up to 2050. *Solar Energy*, 185(May), 406–423.
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.04.081>

GlobalData. (2019). Global solar photovoltaic capacity expected to exceed 1,500GW by 2030. Recuperado de [https://www.globaldata.com/global-solar-photovoltaic-capacity-expected-to-exceed1500gw-by-2030-says-globaldata/#:~:text=Global%20solar%20photovoltaic%20\(PV\)%20capacity,leading%20data%20and%20analytics%20company](https://www.globaldata.com/global-solar-photovoltaic-capacity-expected-to-exceed1500gw-by-2030-says-globaldata/#:~:text=Global%20solar%20photovoltaic%20(PV)%20capacity,leading%20data%20and%20analytics%20company). (Accessed on May 2, 2021).

Fitzgerald G, Mandel J, Morris J, T.H. (2015). The economics of battery energy storage deliver the most services and value to.

Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Extremadura. Planes docentes. Recuperado de <https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/eii/informacion-academica/programas-asignaturas> (accessed on June 3, 2021)

Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT). Recuperado de <https://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/catalogo/centros-docentes/servicios-generales/ruct.html> (accessed on June 6, 2021)

Exploración del uso de Realidad Aumentada (RA) en el desarrollo de material de enseñanza de conceptos básicos de Cristalografía

Laguna, O.H.^a, Daza, C.^b, Hernández, W.Y.^c, Campos, A.M.^d,
Pérez-Flórez, A.^e, Méndez, D.F.^f, Escobar, D.^f y Buitrago, S.^f

olaguna@ujaen.es; cedazav@unal.edu.co; yesidhdz@hotmail.com; ana.campos@utadeo.edu.co;
alejandroperez@javeriana.edu.co; danifelipemendez@gmail.com;
danielescobarmoreno@gmail.com; silvia.buitrago@utadeo.edu.co

^a Escuela Politécnica Superior de Linares - Universidad de Jaén.
(Avenida de la Universidad s/n, CP: 23700, Linares (Jaén), España).

^b Estado Sólido y Catálisis Ambiental. Departamento de Química. Facultad de Ciencias.
Universidad Nacional de Colombia, (Av. Cra. 30 # 45 – 03, Bogotá D.C., Colombia)

^c UK Catalysis Hub, Research Complex at Harwell, Science and Technology Facilities Council,
Rutherford Appleton Laboratory, (Harwell Campus, Didcot OX11 0QX, Oxford,
United Kingdom)

^d Unidad académica de diseño visual e interactivo. Facultad de Artes y Diseño.
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. (Cra 4 # 22-61, Bogotá Colombia)

^e Línea de Investigación en Tecnología Ambiental y de Materiales, Departamento de Química,
Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, (Av. Cra 7 # 40 – 62, 110231,
Bogotá, Colombia).

^f Departamento de Ciencias Básicas y Modelado Matemático.
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. (Cra 4 # 22-61, Bogotá Colombia)

ABSTRACT

This communication shows the exploration of the application of Augmented Reality (AR) as an applied tool to develop pedagogical content focused on teaching Crystallography. This approach aims to favor the learning of concepts that require spatial perception by part of the students, which is often difficult because until now, most of the teaching material for this topic is based on two-dimensional models.

This work has involved an interdisciplinary group in which experts in Materials Science and Graphic and Interactive Design cooperate, in order to develop a mobile application as a prototype tool that would facilitate the interaction of the students (via cell phones or tablets) with the topics selected on crystallography, using augmented reality.

The prototype includes specific exercises on Crystallography (e.g. interactive identification of crystallographic planes), which were identified as representative from a previous study of consultation with students of said subject. In this manner, the students have a much closer feeling with the prototype tool, which is adapted to their practical needs and learning hurdles.

28 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2021)

After prototype testing, it shows the viability of the idea and confirms the great potential of the inclusion of augmented reality in teaching crystallography-related topics.

Keywords: Augmented Reality (AR); Crystallography; Visualization of 3D structures; Education and ICT.

RESUMEN

Esta comunicación muestra un ejercicio de exploración del uso de la realidad aumentada (RA) como una herramienta empleada para desarrollar contenido pedagógico enfocado a la enseñanza del tema de Cristalografía, con el fin de favorecer la enseñanza de conceptos que requieren una percepción espacial por parte de los estudiantes, que muchas veces se dificulta porque hasta ahora, la mayoría de material docente para este tema, se fundamenta en modelos bidimensionales.

Este trabajo ha sido desarrollado por un grupo interdisciplinario en el que cooperan expertos en Ciencia de Materiales y Diseño Gráfico e Interactivo, para poder obtener un prototipo de herramienta en forma de aplicación que se pueda manipular en dispositivos móviles tipo celular o tablet, que a día de hoy son los más asequibles para implementar la realidad aumentada.

Para elaborar el prototipo, se seleccionaron ejercicios específicos del tema Cristalografía, que se identificaron como representativos a partir de un estudio previo de consulta a estudiantes de dicha asignatura, lo que permitió desarrollar una experiencia mucho más cercana a las necesidades del estudiantado.

La obtención del prototipo pone de manifiesto la viabilidad de la idea y confirma el gran potencial que tiene la inclusión de la realidad aumentada en la enseñanza.

Palabras clave: Realidad Aumentada (RA); Cristalografía; Visualización de estructuras 3D; Educación y TIC

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La revolución educativa promovida por las TIC

La UNESCO reconoce las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como complementos enriquecedores y transformadores de la educación. De hecho, la gran variedad y versatilidad de los dispositivos tecnológicos que hacen parte del día a día de las personas en la actualidad, la hiperconectividad y el fácil acceso a la información, suponen un desafío sin precedentes para los modelos educativos tradicionales que deben adaptarse a este escenario de cambio y abrirse a la integración de la tecnología en la enseñanza.

La fusión entre la educación y las TIC es, sin duda, uno de los ejes transversales del 4º Objetivo de Desarrollo Sostenible (Educación de Calidad) que busca, junto con los otros 16 objetivos, equilibrar la desigualdad en el mundo y garantizar la sostenibilidad de nuestro modelo de vida como especie. Sin embargo, la pandemia provocada por la COVID-19 ha profundizado las brechas de desigualdad a nivel global, resaltando la inequidad en el acceso a recursos por parte de los países pobres.

Pese a esto, la pandemia también ha puesto sobre la mesa la gran relevancia que pueden tener las TIC en la cotidianidad de las personas y desde el punto de vista de la educación, se ha acelerado el proceso de adaptación de todos los actores a nuevos mecanismos de transferencia de conocimiento, con énfasis en aquellos que potencian el aprendizaje virtual y no presencial.

El carácter transversal de la revolución educativa por la irrupción de las TIC afecta prácticamente todos los ámbitos y uno de ellos es la enseñanza de conceptos que requieren de una percepción tridimensional avanzada y que ponen a prueba el grado de percepción espacial con que cuentan tanto los estudiantes como el profesor. En este sentido, teniendo en cuenta que está demostrado que no todas las personas tienen las mismas capacidades de asimilación de este tipo de conceptos, según la teoría de inteligencias múltiples, resulta pertinente encontrar herramientas que faciliten la asimilación de dichos conocimientos.

Particularmente, en la enseñanza de la Ciencia de Materiales, existe un tema que ejemplifica de manera especial estas necesidades. Se trata del tema de Cristalografía que estudia la organización de la materia en forma de cristales y sus diferentes configuraciones y estructuras que precisamente son de carácter tridimensional. Por lo tanto, gran parte del éxito de la enseñanza de la Cristalografía depende de la capacidad de visualización de estructuras tridimensionales, que en su mayoría se representan en modelos bidimensionales, generalmente presentes en libros de texto. Este aspecto también se ha identificado en otros campos como el de la enseñanza de estructuras químicas tridimensionales y de igual manera se ha detectado su complejidad tanto para docentes como para estudiantes.

Una de las primeras estrategias para abordar el desafío que representa la visualización 3D, es la creación de animaciones tridimensionales con diferentes niveles de complejidad y posibilidades de interacción por parte de los estudiantes o los profesores, que han generado buenos resultados en casos de estudio en los que se ha hecho un seguimiento de su aplicación en la enseñanza de conceptos que implican visualización 3D. Sin embargo, este tipo de herramientas está generalmente enfocada a la visualización en ordenadores, aunque también se pueden usar a través de dispositivos tipo móvil o tablet aunque en estos casos se suelen reducir las prestaciones de las herramientas o el tamaño de dichos dispositivos puede llegar a representar una limitante para el total aprovechamiento de las mismas. Debido a esto, es necesario explorar un enfoque de este tipo de herramientas que favorezcan la utilización de dispositivos mucho más portátiles con otro tipo de elementos y la Realidad Aumentada (RA) surge como una alternativa muy prometedora.

La RA explicada de una manera muy simplificada, es una herramienta que se usa para conectar objetos virtuales en entornos reales y esta combinación se conoce como “realidad mixta”. La generación de una realidad mixta se da gracias a las cámaras de los dispositivos portátiles y permite un grado de interactividad mucho más completo que el de ciertas animaciones por parte del usuario, especialmente gracias al aporte del entorno real que aporta marcos de referencia que están siendo captados y modificados al momento por el usuario.

De acuerdo a esto, la formulación del presente trabajo se sustenta en la siguiente hipótesis: la incorporación de la RA en una herramienta para la enseñanza de fundamentos de Cristalografía que impliquen visualización 3D puede llegar a facilitar la comprensión de los mismos por parte de los estudiantes y facilitar su transmisión por parte de los profesores. Si bien una hipótesis similar se puede inferir de otros trabajos en los que se aplica RA para la enseñanza, no se ha explorado en el caso de la cristalografía.

1.2. Una estrategia alternativa para el desarrollo de nuevas herramientas educativas basadas en TIC

Un aspecto relevante del presente trabajo es la forma en que se ha integrado y operado el equipo interdisciplinario creado para su desarrollo. En primer lugar, el interés en desarrollar herramientas para facilitar la enseñanza del tema Cristalografía, surge en un grupo de docentes del área de Ciencia de Materiales que identifican la necesidad de contar con socios capacita-

dos para desarrollar herramientas multimedia. Estos socios se encontraron en una facultad de Diseño Gráfico en una asignatura tipo proyecto en la que como objetivo principal se propuso seleccionar un proyecto a partir del problema de una empresa o un caso de investigación, en el que un grupo de diseñadores pudiera aportar desde su conocimiento para obtener un solución tipo prototipo. Teniendo que el proyecto se gestó en el 2020, en medio de las restricciones de movilidad generadas por la pandemia, todo se gestó de manera telemática y la sinergia entre los miembros del equipo se logró gracias a herramientas colaborativas que permitieron crear el prototipo pese a la distinta procedencia de los miembros ubicados en diferentes países (España, Colombia e Inglaterra).

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Entre los trabajos que se encuentran en literatura, destaca en primer lugar el de Cabe-roAlmenara et al. que explora y confirma la efectividad de la aplicación de RA en el proceso de enseñanza mediante la validación de instrumentos de diagnóstico que a su vez confirman modelos previos de aceptación de tecnología. Posteriormente, Nurjanah et al. exploraron la herramienta Cabri 3D para la enseñanza de conceptos geométricos tridimensionales y obser-varon considerables mejoras en los estudiantes que la utilizaron respecto a los que no para la asimilación de los mismos conceptos. Por otro lado, Amir et al. encontraron resultados similares de mayor asimilación de conceptos que requieren visión 3D, en este caso en estudiantes de primaria, mediante la utilización de la herramienta 3Dmetric para la enseñanza de geometría. Por último, Abdinejad et al. mostraron la aplicación de animaciones 3D y RA para la enseñanza de conceptos de estructuras moleculares en química mediante una aplicación móvil llamada ARchemy.

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo, se han definido y abordado dos bloques de trabajo. El primero de ellos explora el contexto en el que se identifica la necesidad del desarrollo de una herramienta que incorpore la RA en la enseñanza de fundamentos de Cristalografía y el segundo bloque, se enfoca de forma directa en la generación de un prototipo de herramienta con el elemento tecnológico mencionado, siguiendo pautas marcadas a partir de la información obtenida en el primer bloque de trabajo.

3.1 Bloque de trabajo 1 (Exploración de la necesidad de la herramienta)

Una vez formado el grupo de trabajo, el equipo de diseño comenzó a definir un alcance inicial para el proyecto y trabajar en la identificación del problema, lo que requiere la obtención de información. Dicha información se logró a través de diferentes entrevistas y encuestas rea-lizadas a profesores que dictan cristalografía, además de los mismos integrantes del grupo de investigación. Luego se procedió a realizar un levantamiento de información con los estudiantes de estas materias, los cuales eran parte del público objetivo, para corroborar la información y obtener una mayor cantidad de datos.

Una vez terminada la fase de levantamiento de información, se siguieron diferentes meto-dologías con las cuales se buscaba comenzar a sentar las bases del prototipo y esclarecer las principales necesidades que se debían cubrir, algunas de esas metodologías son: *Benchmark*: Consiste en realizar una exploración de productos o servicios parecidos en busca de referentes y buenas prácticas. *Mapa de Stake Holder*: Este mapa busca identificar cuáles son las personas y entidades que pueden influir en el proceso. *Mapa de empatía*: Se generan sentencias a partir de

la información recolectada que evidencian necesidades u oportunidades. *Modelo de persona*: Este modelo busca idealizar una persona para nuestro producto con el fin de tenerlo en cuenta en el desarrollo del prototipo. *Diagrama de afinidades*: En esta metodología, se recolectan todas las conclusiones que se lograron obtener a través de los demás métodos y se agrupan para entender cuáles son las necesidades principales.

Una vez identificadas las necesidades y oportunidades para el prototipo, se procedió a aplicar algunas metodologías relacionadas con el tema de ideación y definición del alcance del proyecto, algunas de las cuales fueron:

Diagramas de procesos: Estos desglosan el proceso general que se está estudiando, para encontrar los momentos en los que se están generando los problemas y necesidades que evidenciamos. *User flow*: En este mapa se desglosan todos los momentos por los cuales se desea que el usuario interactúe. Terminada la fase de ideación se presentaron 3 ideas al grupo de investigación de profesores expertos, para que, según sus requerimientos como clientes, eligieran cual era más viable, posterior a esto se fue adaptando la ideas hasta llegar a un alcance en conjunto para el prototipo.

3.2. Bloque de trabajo 2 (Desarrollo de un prototipo de herramienta)

Para comenzar con el desarrollo del prototipo se usaron guías de trabajo usadas en clases con algunos ejercicios para adaptarlos a realidad aumentada, con este material el equipo de Diseño realizó la planeación del prototipo.

Una vez realizado el proceso de planeación, se calcularon los recursos y tiempos para completar el prototipo, en este tiempo se tenía contemplado el trabajo en modelado 3D, programación, diseño de interfaces, diseño de experiencia y audio. ***Diseño de interfaces***:

Se realizaron bocetos iniciales que posteriormente se trabajaron para llegar a los wireframes del aplicativo y una vez aprobados, se realizó una propuesta de diseño que consistía en el uso de un tono formal-casual que estuviera relacionado con la cristalografía, para el diseño se desglosó el concepto de dirección, cristal y ángulos de las estructuras cristalinas, construyendo estos conceptos en el diseño de los botones, las divisiones de las secciones y en la interacción central que es la de deslizar hacia una dirección en concreto. ***Desarrollo del prototipo***:

Con base a los ejercicios propuestos se realizaron diferentes pruebas en las cuales se programaron interacciones con el usuario, para mostrar de diferentes formas la información sobre la cristalografía, estas ideas fueron aprobadas por el grupo de investigación, para posteriormente solaparse con el Diseño.

Herramientas usadas: Desarrollo de figuras tridimensionales: Blender, Diseño de interfaces: Illustrator, Motor gráfico del prototipo: Unity, Plataforma Objetivo: Android, Librería de realidad aumentada: Vuforia

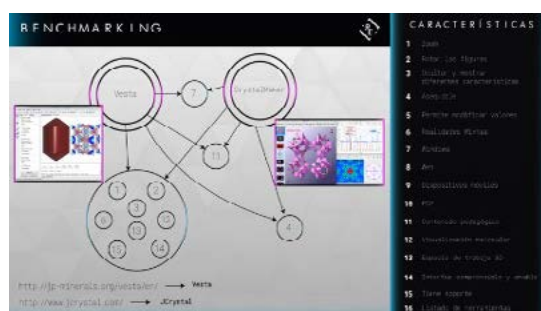


Figura 1. Diagrama de Benchmarking para identificar otras aplicaciones multimedia desarrolladas para el tema de Cristalografía

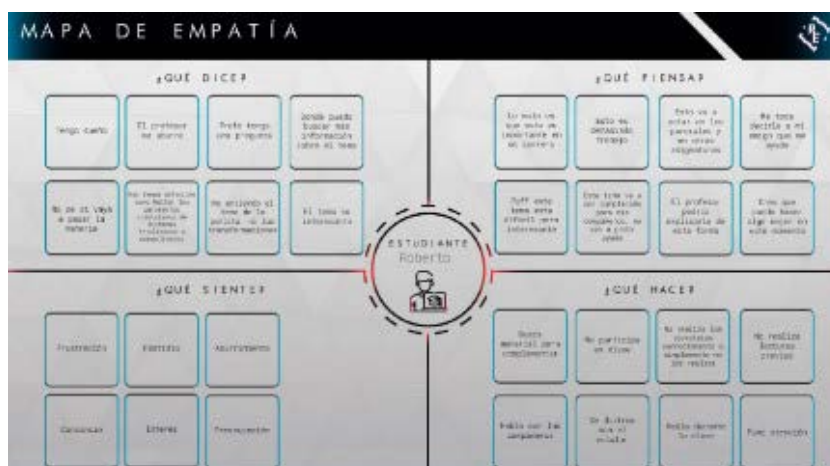


Figura 2. Mapa de empatía de un estudiante de la asignatura de Ciencia y Tecnología de Materiales que estudia Cristalografía



Figura 3. Diagrama de afinidades con entradas agrupadas en clusters

4. RESULTADOS

4.1. Exploración de la necesidad de la herramienta

Tras la exploración sobre herramientas de acceso libre con contenido multimedia que permita el estudio de conceptos básicos de cristalografía, se elaboró un diagrama Benchmarking (Figura 1) y se identificaron las principales características de las mismas. No obstante, lo más relevante es que en ningún caso hay aplicación de RA.

También se elaboraron mapas de empatía (Figura 2) y un diagrama de afinidades (Figura 3), en los que se recogen las opiniones de estudiantes de diferentes titulaciones que han estudiado el tema de Cristalografía y que fueron consultados para el presente trabajo. A partir del análisis de la información obtenida generada en la interacción con profesores y estudiantes del tema de Cristalografía, se definió la clara necesidad de mejorar el entendimiento de conceptos de este tema que requieren de la visualización 3D. Se identifica la inclusión de RA como un elemento novedoso que puede complementar el aporte que ya brindan ciertas aplicaciones con contenido multimedia sobre Cristalografía. Por lo tanto, se plantea desarrollar un prototipo de aplicación que pueda ser instalada en móviles y/o tablets y se escogen algunos ejemplos para desarrollar la experiencia de interacción completa.

4.2. Desarrollo de un prototipo de aplicación móvil



Figura 4. A) Aspecto de la aplicación; B) Diseño de pantalla de realidad aumentada y de menú principal; C) Patrones para la generación de las estructuras virtuales y diseño del ejercicio; D) Prueba de usuario

El prototipo digital se diseñó con un aspecto minimalista como el que se presenta en la Figura 4A en el que se genera un menú de interacción con botones deslizables (Figura 4B). En los ejercicios desarrollados, el usuario de la aplicación podrá: rotar, hacer zoom, mover objetos, ver las gráficas desde diversos ángulos e información de las estructuras.

Junto a la aplicación, se desarrolló la parte física con la que los usuarios van a interactuar moviendo un tablero con sus manos y en el que ensamblan patrones dependiendo el ejercicio que deseen visualizar. El tablero permite que los patrones se imanten a él, teniendo más firmeza para sostener cada patrón.

En las pruebas de usuario (Figura 4C) se evidenciaron algunos problemas con respecto a entender cómo realizar los ejercicios, además de algunos errores de desarrollo en diferentes áreas del prototipo, que posteriormente se corrigieron mejorando mucho la experiencia.

5. CONCLUSIONES

Como resultado principal de este estudio exploratorio interdisciplinar, se diseñó un prototipo con RA para Android enfocado en ejercicios sobre la cristalografía y el resultado fue muy positivo. Gracias a esta App se pueden observar recursos tridimensionales que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de un target con el cual los usuarios pueden utilizar la herramienta desde su celular o tableta. Si bien es necesario hacer correcciones y abordar otros temas de la cristalografía, este ejercicio de trabajo colaborativo evidencia que los estudiantes conciben este tema de una forma más dinámica, su aprendizaje tridimensional es significativo y las herramientas como la RA permiten una mejor comprensión del tema, a partir de la retroalimentación recibida mediante encuestas tras la experiencia de usuario por parte de estudiantes de diferentes instituciones, que han pasado ya por la asignatura de Cristalografía.

REFERENCIAS

- Abdinejad, M., Talaie, B., Qorbani, H. S., & Dalili, S. (2021). Student Perceptions Using Augmented Reality and 3D Visualization Technologies in Chemistry Education. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 87-96. doi:10.1007/s10956-020-09880-2
- Amir, M. F., Fediyanto, N., Rudyanto, H. E., & Afifah, D. S. N. (2020). Elementary students' perceptions of 3Dmetric: A cross-sectional study. *Heliyon*, 6, e04052.
doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04052
- Cabero-Almenara, J., Fernández-Batanero, J. M., & Barroso-Osuna, J. (2019). Adoption of augmented reality technology by university students. *Heliyon*, 5, e01597. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01597
- Nurjanah, R. B., Latif, B., Yuliardi, R., & Tamur, M. (2020). Computer-assisted learning using the Cabri 3D for improving spatial ability and self-regulated learning. *Heliyon*, 6, e05536. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05536
- UN. (2021). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- UNESCO. (2021). Las TIC en la educación. Retrieved from <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion>

PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS

Proyecto ElhZA+ENEDI: simbiosis entre el alumnado de secundaria y el personal investigador universitario para acciones de eficiencia energética en centros escolares

A. Picallo-Perez^a, J.M. Sala-Lizarraga^a, C. Escudero-Revilla^a,
A. Lasa-Iglesias^b, D. Solabarrieta^b, J.M. Hidalgo-Betanzos^a,
N. Romero^a, M. Odriozola^a, I. Gomez-Arriaran^a

ana.picallo@ehu.eus; josemariapedro.sala@ehu.eus; a.lasa@elhuyar.eus

^aGrupo de investigación ENEDI, Departamento de Ingeniería Energética, Universidad del País Vasco (UPV/EHU); Alameda Urquijo, S/N, 48013 Bilbao, Vizcaya, España

^b Elhuyar Fundazioa. Zelai Haundi kalea, 3, Osinalde industrialdea, 20170 Usurbil, Gipuzkoa

ABSTRACT

The project entitled ElhZA+ENEDI, developed between the elHuyar Foundation and the ENEDI Research Group of the UPV/EHU, is presented. The main objective is to build bridges between secondary education and university in order to arouse STEM vocations among young people in the field of energy efficiency in building; it is also intended to break gender stereotypes related to such areas. The aim is to encourage energy awareness through in situ characterization testing in the school center carried out by the students themselves; energy improvement actions will be proposed and students will participate as protagonists in social projects such as the science fair. This project is meant to be a “pilot” experience and to be replicated in more schools to improve their energy efficiency as well as to enhance STEM technology fields.

Keywords: STEM vocations; energy efficiency; girls in technical education; students at science fairs

RESUMEN

El objetivo principal del proyecto de título de título ElhZA+ENEDI elaborado entre la Fundación elHuyar y el Grupo de Investigación ENEDI de la UPV/EHU es abrir puentes entre las enseñanzas secundarias y la universidad para suscitar las vocaciones STEM entre las personas más jóvenes en el ámbito de la eficiencia energética en la edificación; se quiere también romper con los estereotipos de género relacionados con tales áreas. La finalidad es incentivar la conciencia energética mediante ensayos de caracterización insitu en el centro escolar realizados por el propio alumnado; se propondrán acciones de mejora energética y el alumnado participará como protagonista en proyectos sociales como es la feria de la ciencia. Este proyecto pretende ser una experiencia “piloto” y ser replicado en más centros escolares para mejorar su eficiencia energética, así como para potenciar las ramas tecnológicas STEM.

Palabras clave: vocaciones STEM; eficiencia energética; chicas en educación técnica; alumnado en ferias de la ciencia

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se describe el proyecto presentado en la convocatoria Universidad-Sociedad-Empresa 2021 de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), de título ElhZA+ENEDI, en el que participan miembros de la Fundación Elhuyar y el Grupo de Investigación ENEDI de la EHU/UPV. El objetivo es conectar las enseñanzas medias con los estudios universitarios a través de los conocimientos y las prácticas del campo de la energía en los edificios.

1.1. La educación STEM en la sociedad

Debido a la revolución tecnológica y la incorporación de las TICs en todos los ámbitos sociales y económicos, cada vez se necesitarán más personas científicas y tecnólogas a corto plazo. Por ello, es necesario promocionar la educación basada en la ciencia y la tecnología para, asimismo, fomentar las vocaciones STEM (science, technology, engineering and mathematics) entre las personas más jóvenes.

Aunque exista este interés, según los datos proporcionados por Eurostat [G. España, 2017], cada vez son menos las personas interesadas en carreras técnicas y, a pesar de los avances realizados, todavía es significativa la brecha entre la cantidad de mujeres y hombres dedicados a estas tareas. En Europa, concretamente, en 2017 había 18 millones de personas científicas e ingenieras entre las cuales el 59 % eran hombres y el 41 % mujeres. Asimismo, en el sector industrial de la fabricación, en tecnologías de alto y nivel medio, los hombres ocupaban un porcentaje notablemente más elevado (83 %) que las mujeres.

Según los datos del Ministerio de España [AED, 2019], el número de personas matriculadas en carrera técnicas, tales como Ingenierías y Arquitectura, ha descendido un 28 % en los últimos años (donde el descenso es más marcado en chicas, 33 %, que en chicos, 26 %).

Respecto a la situación de la comunidad autónoma vasca, según datos proporcionados por EUSTAT [G. Vasco, 2015], se prevé que en 10 años habrá un 10 % menos de niños y niñas en las aulas (hasta los 16 años). Actualmente, solo el 54 % del estudiantado de secundaria elige una formación científico-tecnológica, y debido al descenso de natalidad, eso se traduce a una disminución del 16.6 % en personas matriculadas los últimos 4 años en carreras STEM. Por otro lado, hay que resaltar que solo el 9 % de las chicas que llegan a la FP y el 31 % de las que llegan a la Universidad eligen una rama de STEM.

No obstante, la demanda sigue en aumento y, en los últimos 2 años, la solicitud de perfiles con estudios universitarios STEM se ha incrementado un 25 % y la de perfiles STEM con FP un 56 %.

Para identificar las causas de la disminución de matriculados en Ingeniería y Arquitectura [AED, 2019] de los últimos años, se preguntó al alumnado de Secundaria, Bachillerato y FP cuáles eran los motivos por los que no escogerían formarse en dicha rama de estudio. Existen 3 motivos principales: la dificultad académica (40%), la indecisión sobre la rama a estudiar (35%) y el desconocimiento sobre el trabajo que podrían realizar una vez terminada la carrera (25%).

Por otra parte, como recoge el informe de Unesco de 2019 “Descifrar el código. La educación de las niñas y mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)” [Elhuyar, 2020], la situación de las mujeres se resume como sigue: las chicas quedan muy pronto atrás en la educación STEM, ya desde la educación primaria, en los juegos relacionados con los temas STEM; y en la educación superior, esa diferencia aumenta. Las chicas, además, van perdiendo

cada vez más interés en los primeros y últimos años de la adolescencia. En la educación superior STEM las chicas constituyen solo el 35 %. Además, parece que no tener referencias femeninas marcadas en esos ámbitos, influye en los factores contextuales. El nivel de abandono en las disciplinas STEM es mucho mayor entre las mujeres tanto durante los años universitarios como en la actividad profesional.

1.2. Aplicaciones del ámbito de la Ingeniería y Arquitectura

Los edificios residenciales y los edificios de los servicios terciarios ocupan la tercera posición entre los grupos consumidores de energía, sucediendo al sector de transporte y al sector industrial, y siendo responsables de más del 30 % del consumo de energía final de la ciudad [Red Eléctrica España, 2020]. Por ello, el ahorro energético en el sector de la edificación es un pilar clave para poder llegar a los objetivos de una sociedad sostenible y equilibrada [IDAE, 2010].

Se hace por tanto necesario iniciar una transición para pasar de este insostenible modelo energético a un modelo en el que se maximicen los recursos disponibles, tanto materiales como energéticos. Por ello, todas las entidades involucradas en el consumo energético de los edificios deben concienciarse y formar parte en acciones de eficiencia energética en edificación: desde las personas proyectistas, arquitectas, instaladoras, etc., hasta el usuario/a final.

Considerando el contexto pandémico en el que nos vemos sumergidos, el problema más frecuente al que se enfrentan los centros educativos hoy en día está relacionado con el excesivo gasto energético que asumen, dado que el consumo de climatización y ventilación es muy elevado. Para anteponerse a este problema, el consumo actual se debe caracterizar, analizar y se deben proponer medidas de mejoras para atenuar este consumo y mejorar la eficiencia energética del sistema.

2. OBJETIVOS GENERALES

La finalidad del proyecto ElhZA+ENEDI que se presenta, es abrir puentes entre las enseñanzas medias y la universidad, mediante estrategias institucionales para fortalecer las relaciones entre la enseñanza secundaria y los estudios universitarios. Por ello, se pretende generar conocimiento, basado en las técnicas energéticas para promover la sostenibilidad y el ahorro energético, y ponerlo a disposición de la sociedad más joven, a través de los centros escolares, mediante la interacción de la Fundación Elhuyar con el grupo de investigación ENEDI de la UPV/EHU.

La idea principal es realizar vivencias científico-tecnológicas con la implicación de la comunidad, es decir, con la participación de los agentes sociales y económicos del entorno del estudiantado, con la implicación de las personas profesionales universitarias; para fomentar las vocaciones STEM y ahondar en términos de eficiencia energética.

Por ello, el proyecto ElhZA+ENEDI se alinea perfectamente con la misión que persiguen tanto la Fundación Elhuyar como el Grupo de Investigación ENEDI.

2.1. La Fundación Elhuyar

Elhuyar es una fundación privada que nació en 1972 como asociación para impulsar la ciencia, la tecnología y el uso del euskera. Tras un primer período, en 2002 se convirtió en una fundación sin ánimo de lucro que se financia de la aportación de las personas socias y de la aportación pública. Trabajan desde hace varios años en el área de educación STE(A)M bajo el lema “Vivencias y comunidad” para tender puentes y fomentar la relación entre el sistema edu-

cativo y el mundo profesional, con el fin de acercar a las personas jóvenes referentes, modelos y profesiones reales del campo de STEM.

Elhuyar quiere hacer una aportación al cambio del sistema educativo, partiendo de la experiencia acumulada en todos estos años y ofreciendo su red de colaboradores para potenciar los proyectos. Es consciente que en el campo de la educación STEAM es necesaria una estrategia amplia, compleja y a largo plazo, que implica la participación de muchos agentes.

2.2. El Grupo de Investigación ENEDI

El grupo de investigación ENEDI se constituyó en el año 2005. Está formado en su mayoría por profesorado y doctorandos del Departamento de Ingeniería Energética (de la sección de Máquinas y Motores Térmicos), aunque también tiene profesorado perteneciente a los Departamentos de Física Aplicada y Arquitectura de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Este equipo tiene una dilatada experiencia en el campo de la Arquitectura y de la Ingeniería Térmica y la Fluidomecánica aplicada a la Edificación, como así lo avalan los numerosos estudios y proyectos en los que ha colaborado. El principal objetivo es el asesoramiento en temas relacionados con el comportamiento térmico de los edificios, el movimiento y la calidad del aire, etc., para así lograr una mejor utilización de los recursos y una mejora en la calidad de vida.

En virtud del Convenio firmado entre la Consejería de Vivienda del Gobierno Vasco y la UPV/EHU, ENEDI es el encargado de la gestión y desarrollo del Área Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco (LCCE). LCCE tiene el objetivo de contribuir a una mejora de la calidad energética de los edificios mediante la realización de ensayos de caracterización de materiales y elementos de construcción, la asesoría técnica a los agentes del sector, apoyo a las instituciones en la elaboración de normativa, fomento y divulgación de la calidad en manuales y bases de datos, etc.

En definitiva, ENEDI (gracias al LCCE) colabora de forma activa en la mejora de la sostenibilidad de los edificios, tanto a través de sus actividades realizadas, dirigidos al sector, como su labor de formación y su actividad investigadora.

3. FASES DEL TRABAJO

A continuación, se describen las fases del proyecto ElhZA+ENEDI:

3.1. Proceso divulgativo

La primera fase se refiere al proceso divulgativo para fomentar el conocimiento en la materia de la eficiencia energética en el centro escolar de una manera lúdica y motivante. Después de establecer un calendario de trabajo y un plan de comunicación, se trata de buscar la manera más eficaz para involucrar a las personas jóvenes de los centros escolares en acciones de mejora de eficiencia energética. El objetivo es desarrollar nuevas metodologías para el aprendizaje didáctico, lejos de la clásica estructura de docencia impartida en clase, para motivar al alumnado y fomentar su participación en:

- el uso eficiente de la energía,
- las mejoras en la envolvente e instalación térmica del centro escolar,
- los métodos de ensayos térmicos in-situ y objetivos para su realización.

Si la situación lo permite, se hará una visita al LCCE.

3.2. Definir el reto y subretos del proyecto

En esta fase se propone el reto global y se subdivide en subretos, para que sean abordables por el alumnado en grupos pequeños. A partir de ahí, se definirán los aparatos electrónicos y herramientas de medida para crear un “maletín energético” que contenga el kit necesario para llevar a cabo los retos del proyecto. Este kit será la base para replicar el proyecto en otras ikas-tolas o escuelas y tendrá un carácter del tipo “préstamo” para que otras entidades lo puedan usar.

3.3. Ensayos energéticos in-situ

A continuación, se realizarán ensayos prácticos in-situ en el centro escolar. Tales como:

- ensayos termográficos para analizar puentes térmicos y la distribución de temperaturas;
- medida de resistencia térmica de las paredes;
- cálculo de infiltraciones de las aulas por medio de ensayos puerta-ventilador;
- análisis y visita a las instalaciones térmicas del centro escolar;
- etc.

Todos estos ensayos se harán junto con el alumnado y profesorado del centro, para involucrarlos en las tareas de caracterización energética del edificio. El alumnado pasará de ser un mero espectador a ser el protagonista de la ejecución del ensayo. Así, se impulsará la participación de las personas jóvenes para incrementar su confianza en el ámbito de las materias técnicas STEM.

3.4. Proponer acciones de mejora energética

La siguiente fase es la parte más técnica del proyecto, donde se elaborará un informe con los resultados obtenidos mediante el modelo energético del centro escolar. Esto será la base para elaborar acciones en mejora de eficiencia energética que serán propuestas al centro para su posible implementación.

3.5. Conclusiones y resultados del alumnado

En paralelo a la investigación de ENEDI, los grupos escolares avanzarán con sus subproyectos, y participarán en las ferias Elhuyar Zientzia Azoka (Ciencia de la Feria elHuyar) y la Zientzia Astea (Semana de la Ciencia) de la UPV/EHU.

Este paso es de suma importancia, ya que se trabajarán acciones de mejora energética de forma lúdica. El objetivo principal es incrementar la conciencia en el uso eficiente de la energía y el autoaprendizaje por medio de proyectos en grupos.

3.6. Replicabilidad del proyecto

Tras evaluar los resultados obtenidos se definirán las tareas para replicar el proyecto en otros centros escolares, tanto desde el punto de vista técnico como el punto de vista social. Asimismo, se valorarán los resultados en cuanto a nivel de interés percibido por parte del centro escolar y potencial para involucrar al alumnado en vocaciones STEM en el futuro.

4. CONCLUSIONES

Los objetivos de este proyecto persiguen los retos de la comunidad de reconocer y garantizar la libertad de investigación y la integración científica en la sociedad. Asimismo, tiene como base las siguientes directrices:

- Este proyecto enfoca la investigación en materia de igualdad, rompiendo los estereotipos de género que están equivocadamente relacionados con las carreras técnicas, ya que las personas investigadoras serán tanto mujeres como hombres.
- El proyecto se basa en la materia de cooperación al desarrollo, para un mejor conocimiento y comprensión de los problemas energéticos que amenazan la consecución de un desarrollo equilibrado y justo en materia de recursos energéticos.
- Se centra en potenciar la transferencia de conocimiento, sobre todo en las personas más jóvenes de los centros escolares, procurando el apoyo al personal investigador en el conjunto de áreas de conocimiento escolares.
- Se compromete a impulsar el uso del euskara en la investigación y en la divulgación científica, ya que la ejecución del proyecto en los centros escolares se hará íntegramente en euskara.

Además, está en consonancia con los retos planteados dentro del marco Europeo del Horizonte H2030, con la línea de actuación de reducir el consumo de energía y la huella de carbono mediante un uso inteligente y sostenible.

Asimismo, el proyecto persigue fomentar valores ligados a la ciencia, la tecnología y la innovación entre las personas más jóvenes, así como incrementar la cultura científica de la sociedad, generando vínculos entre el sistema educativo, la comunidad científica, las familias y la sociedad en general, para dar una imagen más realista de la ciencia y tecnología, y, así, influir positivamente en el posicionamiento STEM de jóvenes. En definitiva, contribuir a que las personas jóvenes, y especialmente colectivos infrarrepresentados en las profesiones STEM, se autoperciban en un futuro en una posible profesión STEM. Así, el proyecto busca ofrecer “vivencias científicas” a personas jóvenes escolares, con la implicación directa de un equipo de investigación real.

AGRADECIMIENTOS

Los autores, de parte de ENEDI, agradecen el apoyo prestado por el Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación LCCE del Gobierno Vasco.

REFERENCIAS

- AED, Asociación Española para la Digitalización (2019), *El desafío de las vocaciones STEM. Por qué los jóvenes españoles descartan los estudios de ciencia y tecnología*.
- EiHuyar (2020). Educación STEM y profesiones STEM, fuente de inspiración para jóvenes. *STEAM Hezkuntza eta STEM profesioak, gazteak inspiratzeko*
- G. Vasco. Departamento de Educación, Política Lingüística y cultura (2015). *Currículo de la Educación Básica. Currículo de carácter orientador que completa el Anexo II del Decreto 236/2015*
- G. España. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (2017). *CIENTÍFICAS EN CIFRAS 2017. Estadísticas e indicadores de la (des)igualdad de género en la formación y profesión científica*

IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Gobierno de España (2010).

Guía Práctica de la Energía. Consumo eficiente y responsable

Red Eléctrica España (2020), *Guía para la transición energética en las entidades locales*.

Análisis de la eficacia de una herramienta asistida por ordenador para mejorar el aprendizaje de tecnología de materiales en la enseñanza a distancia y presencial

Álvaro Rodríguez-Prieto¹, David Merayo¹, Marta Multigner²,
Juan Claver¹, Ana María Camacho¹

alvaro.rodriguez@ind.uned.es

¹Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Juan del Rosal 12, Madrid 28040.

²Departamento de Matemática Aplicada, Ciencia e Ingeniería de los Materiales y Tecnología Electrónica, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Tulipán s/n, Móstoles, 28933, Madrid.

ABSTRACT

The increasing need to provide engineering students with a sufficiently solid foundation to enable them to successfully adapt to new professional environments in a world that is changing rapidly, leads to the proposal of new teaching methodologies and resources that favor the development of skills and competences which bring the student closer to the real world. In the present work, a study has been developed to evaluate the perception of the students in the implementation of a computer-assisted tool, known as CalSev I.O.2, aimed at improving the learning of materials technology. To this end, a survey has been carried out. This survey concludes that the students highlight the ease of use of the tool, as well as that it facilitates the understanding of the relationship between chemical and mechanical properties through a specific case study, such as materials for use in the manufacture of pressure vessels for the nuclear industry.

Keywords: Application, computing, survey, requirement, material, manufacturing.

RESUMEN

La necesidad cada vez mayor de proveer a los estudiantes de ingeniería de bases suficientemente sólidas que les permitan adaptarse con éxito a nuevos entornos profesionales en un mundo que está cambiando de manera vertiginosa, lleva a plantear nuevas metodologías y recursos docentes que favorezcan el desarrollo de habilidades y competencias que acerquen al estudiante al mundo real. En el presente trabajo, se ha desarrollado un estudio para evaluar la percepción de los estudiantes en la implantación de una herramienta asistida por ordenador,

conocida como CalSev 1.0.2, destinada a mejorar el aprendizaje de tecnología de materiales. Para tal fin, se ha realizado una encuesta que permite concluir que los estudiantes destacan la facilidad de uso de la herramienta, así como que ésta facilita la comprensión de la relación entre propiedades químicas y mecánicas a través de un caso de estudio específico, como es el de materiales para su empleo en la fabricación de recipientes a presión destinados a la industria nuclear.

Palabras clave: Aplicación, informática, encuesta, requisito, material, fabricación.

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología de materiales es una materia de enorme interés aplicativo y transversalidad, como demuestra su presencia en la mayoría de los planes de estudio de los actuales grados en ingeniería de la rama industrial. Durante el desarrollo de esta materia, es crucial que el estudiante asimile, no sólo la relación entre composición, procesado y propiedades mecánicas, sino también, cómo todas estas características tecnológicas interaccionan de cara al comportamiento en servicio del material (Rodríguez-Prieto, Camacho y Sebastián, 2017a).

La necesidad cada vez mayor de proveer a los estudiantes de ingeniería de bases suficientemente sólidas que les permitan adaptarse con éxito a nuevos entornos profesionales en un mundo que está cambiando de manera vertiginosa, lleva a plantear nuevas metodologías y recursos docentes (Rodríguez-Prieto et al., 2018) que favorezca el desarrollo de una serie de habilidades y competencias indispensables en el campo profesional (Ramírez, 2009; Rodríguez-Prieto, Camacho y Sebastián, 2017b). Para ello, resulta imprescindible la implementación de herramientas que faciliten la comprensión de la tecnología de materiales, usando diversas combinaciones de propiedades y verificando el rendimiento relativo de cada material en función de las combinaciones posibles.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Se ha decidido realizar esta consulta para evaluar la implantación de una herramienta asistida por ordenador, conocida como *CalSev 1.0.2* (Merayo, 2016) destinada a mejorar el aprendizaje de la materia de tecnología de materiales. Para ello se ha elaborado un cuestionario de consulta y se ha realizado una recolección de opiniones de estudiantes de grado (ingeniería mecánica, ingeniería de materiales, ingeniería energética, ingeniería ambiental e ingeniería en tecnologías industriales) en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y en la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) de Madrid, como ejemplos de universidades con modelos de enseñanza a distancia y presencial, respectivamente. La elaboración de esta consulta y del procedimiento desarrollado para su ejecución puede resultar de interés como ejemplo de herramienta de consulta con objeto de evaluar la utilidad, calidad y correcta implementación de herramientas de apoyo a la docencia.

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de la metodología de consulta y la evaluación de los resultados obtenidos para poder mejorar tanto la propia aplicación como su utilización en el aula.

3. METODOLOGÍA

La metodología consiste en la evaluación cuantitativa de la eficacia de la herramienta asistida por ordenador desarrollada desde el Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación de la UNED. Las etapas de la metodología se muestran en la Figura 1.



Figura 1. Etapas de la metodología

A continuación se presenta la Etapa A.

Etapa A. Revisión de la aplicación: introducción y revisión de los principales aspectos de la aplicación CalSev 1.0.2

CalSev 1.0.2 es una herramienta diseñada por integrantes del grupo de innovación docente GID2016-28 del Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación de la UNED, ideada para seleccionar el material más idóneo para una aplicación concreta entre varios materiales candidatos, resultado de un Trabajo Fin de Máster (Merayo, 2016). *CalSev 1.0.2* es una herramienta sencilla de utilizar ya que sólo requiere seleccionar los materiales que se quieren comparar y la aplicación te devuelve una valoración global del 1 al 5 de cada material (Figura 2). Este valor se conoce como Nivel de Severidad y permite puntuar la aptitud de cada material para la aplicación seleccionada, siendo 1 el valor asignado a una idoneidad mínima y 5 a un valor máximo de idoneidad. Se ha programado en JAVA®, por lo que puede ser directamente ejecutada desde cualquier ordenador. A modo de ejemplo, se evalúan 10 requisitos para cada material correspondientes a su composición química (Mn, Mo, Ni, Cu, P, Si y el V) y propiedades mecánicas como la resistencia máxima a tracción (UTS por sus siglas en inglés, ultimate tensile strength), el límite elástico (Y_p) y el alargamiento máximo a fractura ($\epsilon\%$). En el caso presentado se analizan los materiales destinados al sector nuclear que se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Materiales empleados en el caso de estudio de CalSev 1.0.2

Normativa	Grado o designación de material
ASME	ASME SA-508 Gr.2
ASME	ASME SA-508 Cl.3
ASME	ASME SA-533 Gr.B Cl.1
DIN	DIN 22NiMoCr37
KTA-DIN	KTA-DIN 20MnMoNi55
RCC	RCC 16MND5
JIS	JIS G-3120 SQV2A
JIS	JIS G-3204 SFVQ1A

Nota: ASME–American Society of Mechanical Engineering; KTA– Kerntechnischer Ausschuss; DIN– Deutsches Institut für Normung; RCC–Código de diseño nuclear francés; JIS– Japanese Industrial Standards.

En la siguiente tabla se muestra el algoritmo empleado en la evaluación cuantitativa de las propiedades químicas y mecánicas de los materiales indicados en la Tabla 1.

Tabla 2. Asignación de niveles de severidad (Rodríguez-Prieto, Camacho y Sebastián, 2017) empleada por el programa CalSev 1.0.2

Caso 1. Evaluación de requerimientos de impurezas químicas. No se considera límite experimental	
Rango de aplicación	Ecuaciones (Caso 1)
El caso 1 es adecuado para evaluar requisitos de impurezas o de requisitos químicos que tienen límites superiores especificados.	
Caso 2. Evaluación de requerimientos de impurezas químicas. Consideración del límite experimental.	
Rango de aplicación	Ecuaciones (Caso 2)
El caso 2 es adecuado para evaluar impurezas o requisitos químicos utilizando un límite experimental (L_e) como referencia, como se describe en la Tabla 1.	
Los siguientes límites máximos (L_e) publicados son aplicados: $L_e^P = 0.02\%$ (Amayev, Kryukov y Sokolov, 1993), $L_e^{Cu} = 0.1\%$ (Odette, Lucas G y Klingensmith, 1996), $L_e^{Ni} = 1\%$ (Nikolaeva, Nikolaev y Krjoikov, 1994; R.G. 1.99, 1988)	
Caso 3. Evaluación de requisitos mecánicos y requisitos de elementos de aleación.	
Rango de aplicación	Ecuaciones (Caso 3)
El caso 3 es adecuado para evaluar requisitos mecánicos y de elementos de aleación.	$SL = 5.00$ for $\max \{L_s(\text{ASME, KTA-DIN, RCC, JIS})\}$ (8) Para el resto de requisitos: $SL = \frac{L_c}{L_{c(\text{Max})}} SL_{(\text{Max})} \quad (9)$

En la Figura 2, se muestra la pantalla donde el estudiante puede interaccionar con distintas propiedades de los materiales y ver el efecto sobre la idoneidad del mismo.

The screenshot shows the CalSev 1.0.2 software interface. It includes a 'Materials library' section with a list of materials and their properties. Below this, there is a table showing the 'Weighted SL' for various materials. The table has columns for Name, Mn, Mo, Ni, Cu, P, S, V, UTS, Yp, and Elongation. The 'Results' section at the bottom shows a table with columns for Name, Chemical SL, Mechanical SL, and Total SL. The 'Total SL' column is highlighted with a red box, showing values for different materials.

Name	Mn	Mo	Ni	Cu	P	S	V	UTS	Yp	Elongation
ASME SA 533 B (Plate)	0.38	0.32	0.8	0.25	0.02	0.27	0.25	1.53	0.59	1.8
JIS G 3125 B (Plate)	0.38	0.3	0.8	0.25	0.02	0.4	0.15	1.58	0.59	1.8
ASME SA 508 (Plate)	0.25	0.35	0.15	0.25	0.02	0.3	0.3	1.75	0.77	1.6
DIN 22800C27 (Forging)	0.25	0.4	0.15	0.25	0.02	0.34	0.3	1.75	0.77	1.6
ASME SA 508 (Plate)	0.3	0.35	0.25	0.25	0.02	0.3	0.3	1.75	0.77	1.6
KTA-DIN 22800C27 (Forging)	0.39	0.28	0.45	0.25	1.16	0.34	0.75	1.64	0.67	1.8
RCC 18 MR05 (Forging)	0.3	0.45	0.25	0.25	0.4	0.75	1.51	0.68	0.9	1.8
JIS G 3204 B (Plate)	0.3	0.15	0.15	0.25	0.02	0.3	0.2	1.24	0.6	1.8

Name	Chemical SL	Mechanical SL	Total SL
ASME SA 533 Grade B Cl.1 (Plate)	2.95	3.92	1.28
JIS G 3125 SGV2A (Plate)	2.28	3.87	2.84
ASME SA 508 Grade 2 (Forging)	1.81	4.12	2.58
DIN 22800C27 (Forging)	1.9	4.12	2.84
ASME SA 508 Cl.3 (Forging)	1.89	4.12	2.83
KTA-DIN 22800C27 (Forging)	3.59	4.21	3.78
RCC 18 MR05 (Forging)	2.75	4.19	1.24
JIS G 3204 SFVQTA (Forging)	1.89	4.8	0.8

Figura 2. Cálculos proporcionados por CalSev 1.0.2 (Rodríguez-Prieto et al., 2018)

Esta aplicación está basada en un algoritmo determinista y puede emplear distintas librerías de materiales (dependiendo del caso de estudio que se quiera analizar). Así mismo, permite modificar en tiempo real los rangos de composición química y de propiedades mecánicas requeridas para aprender a cuantificar la influencia de determinados factores. La Figura 3

representa los resultados obtenidos para una familia de materiales destinados a la fabricación de recipientes especiales para la industria nuclear. En este caso el algoritmo que emplea *CalSev* 1.0.2 determina cómo cada requisito de cada material estudiado interacciona, y de qué forma, con el comportamiento en servicio que tendrá el material.

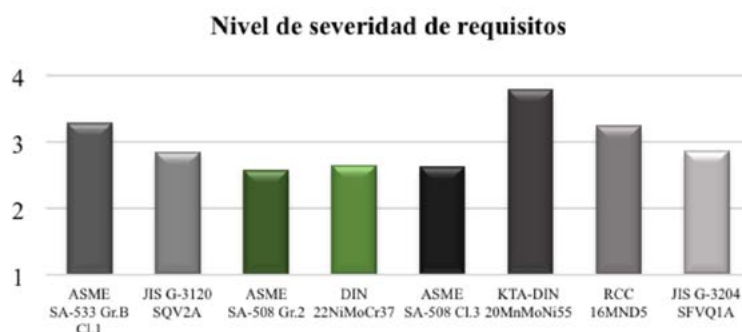


Figura 3. Evaluación mediante CalSev 1.0.2 de materiales para recipientes a presión (basada en Rodríguez-Prieto et al., 2018)

Etapa B. Elaboración de la encuesta

Para evaluar la calidad y la implementación de CalSev 1.0.2 se procede a elaborar la encuesta presentada (Figura 4).

ENCUESTA OPINIÓN UTILIDAD DE CALSEV 1.0.2.

Para mejorar el enfoque de nuestra aplicación con fines educativos, agradeceríamos que respondiesen a las siguientes preguntas:

PREGUNTA	RESPUESTA/VALORACIÓN	
	SÍ	NO
1. ¿Considera interesante el empleo de herramientas como CalSev como apoyo a la docencia de Tecnología de Materiales?		
2. ¿Cree que el manejo de herramientas como CalSev podría ayudar a mejorar la comprensión de la relación entre propiedades y comportamiento en servicio del material?		
3. ¿Le parecería interesante que CalSev fuera integrado como laboratorio virtual dentro de las prácticas de esta asignatura?		
4. Valore de 1 a 5, si le parece que el uso de herramientas como CalSev, podría favorecer un entorno de colaboración -a través de los cursos virtuales- con sus compañeros	Valore de 1 a 5. Nota: 5=Puntuación máxima	
5. ¿Con qué puntuación valoraría la ventaja de que el programa pueda ser fácilmente ejecutado desde cualquier ordenador? Valore de 1 a 5.	Valore de 1 a 5. Nota: 5=Puntuación máxima	
6. Finalmente, valore de 1 a 5 la utilidad de una herramienta como CalSev para aprender a seleccionar materiales	Valore de 1 a 5. Nota: 5=Puntuación máxima	

Por último rellene los siguientes datos personales y responda por favor a las siguientes preguntas relacionadas con sus intereses académicos:

- Denominación de la titulación y universidad en la que se encuentra actualmente matriculado:.....Curso en el que se encuentra:.....

- ¿Está familiarizado con el uso de herramientas informáticas?. Responda Si/No: Si e indique cuáles:

- Tras finalizar sus estudios de grado/máster, ¿tiene interés en continuar sus estudios con un programa de máster universitario y/o doctorado?. Responda Si/No:

Figura 4. Encuesta

El número de participantes por cada perfil de conocimientos se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Perfil de los expertos participantes

Agrupados por perfil académico	Número de estudiantes que han participado
Tecnologías industriales	6
Ingeniería mecánica	7
Ingeniería eléctrica, electrónica y automática industrial	3
Ingeniería de materiales	15
Ingeniería energética	9
Ingeniería ambiental	6

Así mismo, el perfil de estudiantes que ha participado en la encuesta es representado en porcentaje en la Figura 5, a continuación.

Perfil académico de los estudiantes que han participado en la consulta

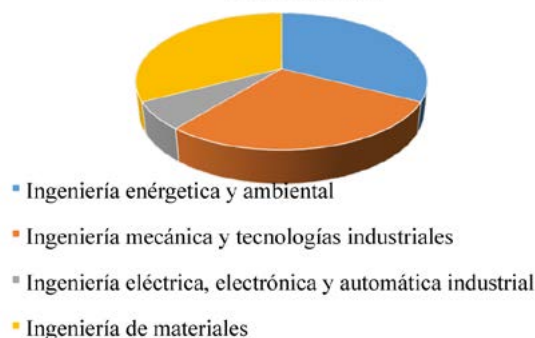


Figura 5. Perfil académico de los estudiantes que han participado en la consulta

4. RESULTADOS

La generación de resultados consiste en realizar un análisis de los datos obtenidos tras realizar la encuesta.

Etapas C. Evaluación de resultados

En esta etapa se procede a representar los resultados de la encuesta, presentando un análisis de los resultados obtenidos.

En la Figura 6 se muestra el resultado obtenido para las preguntas 1 a 3 de la encuesta (Figura 4), por tanto se muestra la opinión de los estudiantes acerca del interés de la aplicación *CalSev 1.0.2*, si mejora la comprensión de la materia y si consideran idóneo la realización la inclusión de la herramienta *CalSev 1.0.2* como parte de un laboratorio virtual.

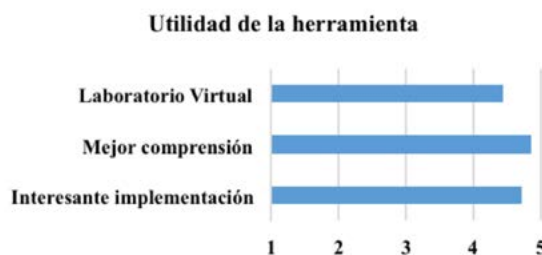


Figura 6. Utilidad de la herramienta

Por otro lado, en la Figura 7 se muestran las respuestas a las preguntas 4 a 6 de la encuesta (Figura 4).

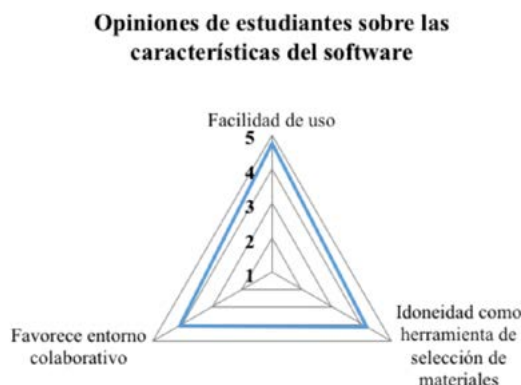


Figura 7. Características del software

A la vista de las Figuras 6 y 7, se puede concluir que los estudiantes destacan la facilidad de uso de la herramienta (la media de puntuación asignada es de 4,76), así como que ésta facilita la comprensión de la relación entre propiedades químicas y mecánicas (4,86) en un caso de estudio específico, como es el de materiales para su empleo en la fabricación de recipientes a presión destinados a la industria nuclear. También valoran muy positivamente la idoneidad de la herramienta integrarla en un laboratorio virtual (4,44), su utilidad para tareas de selección de materiales (4,18) y la capacidad de la misma para trabajar en un entorno colaborativo (4,10).

A raíz de la encuesta, se ha podido, asimismo, evaluar la intención de continuar con estudios de máster y doctorado tras la realización del grado y/o máster (Figuras 8 y 9).

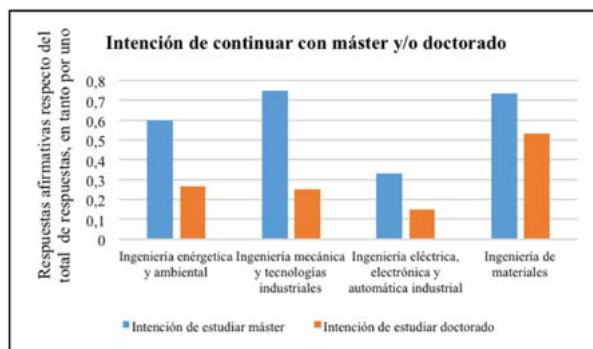


Figura 8. Intención de continuar con estudios de máster y/o doctorado (en función del perfil de estudiante consultado)

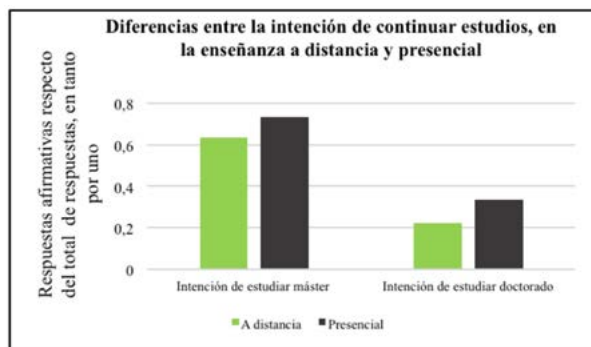


Figura 9. Intención de continuar con estudios de máster y/o doctorado (en función de si el estudiante realiza su formación a distancia o presencial)

A la vista de las Figuras 8 y 9, se puede concluir que los estudiantes de ingeniería mecánica, tecnologías industriales e ingeniería de materiales destacan por tener un mayor interés en continuar con estudios de máster y doctorado tras la realización de sus estudios de grado (Figura 8). Por otro lado, los estudiantes de la modalidad de enseñanza presencial (73% para máster; 33% para doctorado) muestran un mayor interés que los estudiantes en modalidad a distancia (63% para máster; 22% para doctorado) por continuar con estudios de máster y/o doctorado una vez finalizados los estudios de grado.

5. CONCLUSIONES

En la consulta realizada, se pueden destacar las siguientes conclusiones generales:

- Los estudiantes destacan la facilidad de uso de la herramienta (puntuación de 4,76), así como que ésta facilita la comprensión de la relación entre propiedades químicas y mecánicas en un caso de estudio específico, como es el de materiales para su empleo en la fabricación de recipientes a presión destinados a la industria nuclear (4,86).
- También valoran muy positivamente la idoneidad de la herramienta su integración en un laboratorio virtual (4,44) para tareas de selección de materiales (4,18) y la capacidad de la misma para trabajar en un entorno colaborativo (4,10).
- Por último, un 75% de los estudiantes de grado consultados considera (estudiantes de ingeniería mecánica y tecnologías industriales) continuar sus estudios matriculándose en estudios de máster, y hasta un 51% (en el caso de los estudiantes de ingeniería de materiales) contempla la realización de una tesis doctoral en el futuro.
- Se ha podido observar un mayor interés por parte del estudiante en continuar, después del grado, con estudios de máster y/o doctorado en el caso de los estudiantes en modalidad presencial (73% para máster; 33% para doctorado) con respecto a los estudiantes en modalidad a distancia (63% para máster; 22% para doctorado).
- La elaboración de este tipo de consultas y sobre todo el procedimiento desarrollado para su ejecución, puede resultar de interés para poder mejorar tanto la propia aplicación como su utilización en el aula, así como para valorar la trayectoria académica, en un futuro.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen, por su colaboración rellenando la encuesta, a los 46 estudiantes de grado de la Universidad Nacional de Educación a Distancia y de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Este trabajo se ha realizado en el marco de la convocatoria de ayudas anual de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la UNED de referencias 2021-ICFo7 y 2021-ICFo8 y en el Proyecto de Innovación Docente convocado por el Instituto Universitario de Educación a Distancia (IUED) de la UNED “*Proyecto piloto para la mejora de la docencia universitaria en la materia de Tecnología de Materiales mediante la incorporación de contenidos sobre fiabilidad y prognosis avanzada de fallos en aplicaciones industriales*” del grupo de innovación docente GID2016-28.

REFERENCIAS

Amayev A.D., Kryukov A.M. y Sokolov M.A. (1993). Radiation embrittlement of nuclear reactor pressure vessels steels: an international review. *ASTM Special Technical Publication*, 1170, 374.

- Merayo, D. (2016). *Selección de materiales para aplicaciones de alta exigencia mediante el empleo de herramientas asistidas por ordenador*. Tesina fin de máster. Universidad Nacional de Educación a Distancia. 139 pp.
- Nikolaeva A., Nikolaev Y. y Krjoikov A. (1994). The contribution of grain boundary effects to low - alloy steel irradiation embrittlement. *Journal of Nuclear Materials*, 218:3, 85-93.
- Odette G.R., Lucas G. G y Klingensmith R. (1996). The influence of metallurgical variables on the temperature dependence of irradiation hardening in pressure vessel steels. Proceedings of the 17th International Symposium on effects of radiation on materials (ASTM), 20 – 23 June, Sun Valley (USA), 606 – 622.
- Ramírez, M. (2009). *La importancia del desarrollo de competencias del futuro ingeniero*. 3er Foro Nacional de ciencias básicas: formación científica del ingeniero. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Regulatory Guide R.G 1.99 Rev.2 (1988). Radiation embrittlement of reactor vessel materials. Nuclear Regulatory Commission, Washington. 9 pp.
- Rodríguez-Prieto A. (2014). *Análisis de requisitos tecnológicos de materiales especificados en normativas reguladas y su repercusión sobre la fabricación de recipientes especiales para la industria nuclear*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia. 457 pp.
- Rodríguez-Prieto A., Camacho A.M. y Sebastián M.A (2017a). Development of a computer tool to support the teaching of Materials Technology. *Materials Science Forum*, 903, 17-23.
- Rodríguez-Prieto, A., Camacho, A. M. and Sebastián, M. A. (2017b). Empleo de una metodología de juicio de expertos para el desarrollo de competencias en estudiantes de ingeniería. Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, 5-8 Septiembre, Badajoz, pp. 1-8.
- Rodríguez-Prieto A., Camacho A.M., Merayo D. y Sebastián M.A (2018). An educational software to reinforce the comprehensive learning of materials selection. *Computer Applications in Engineering Education*, 26 (1), 125-140.

Difusión de la Ingeniería Civil en Distintos Niveles Educativos

J. Arias-Trujillo^a, E. Gómez Llanos^a, M. Candel Perez^a y
P. Durán Barroso^a

jariastr@unex.es; egomezl@unex.es; miguelcandel@unex.es; pduranbarroso@unex.es

^aDpto de Construcción (Univ. de Extremadura, Escuela Politécnica, Av. de la Universidad, S/N,
10003, Cáceres, España)

ABSTRACT

The students enrolled in civil engineering degrees has dropped by 30% in recent years. This reduction has especially been critical in degrees linked to the sector of construction of public infrastructures, such as Civil Engineering degree. As consequence, different professional associations and universities are making a great effort in the promotion and development of activities and programs for the scientific disclosure of this types of degrees aiming to bring closer engineering, science and technology to Society. This paper presents different activities carried out by a group of researchers from the Department of Construction at Polytechnic School of Caceres (University of Extremadura) for the disclosure of Civil Engineering from different points of view. The activities have been developed on the framework of different official programs and they are focusing on different educational levels and age. Although it is difficult to assess the influence of these activities on the enrolment rates, a great interest and success have been shown up by the participants in the proposed activities.

Keywords: scientific disclosure, STEM, civil engineering, institutional disclosure framework.

RESUMEN

El número de alumnos matriculados en titulaciones de ingeniería se ha reducido en un 30% en los últimos años. Esta reducción ha sido especialmente dramática en las titulaciones relacionadas con el sector de la construcción pública, como el grado de Ingeniería civil. Por ello, desde diferentes organismos como los colegios profesionales o las universidades se están realizando importantes esfuerzos en la promoción y desarrollo de actividades, así como en programas para la difusión de estos títulos universitarios y para acercar la ingeniería, la ciencia y la tecnología a la Sociedad. En este trabajo se presentan las diferentes actividades realizadas por un grupo de profesores e investigadores del Departamento de Construcción de la Escuela Politécnica de Cáceres (Universidad de Extremadura) para la difusión de la Ingeniería Civil desde diferentes perspectivas. Las actividades se han realizado bajo el amparo de diferentes programas institucionales de difusión y están organizadas atendiendo a diferentes niveles edu-

cativos y rangos de edad. Aunque es difícil evaluar la repercusión directa de estas actividades en las tasas de matriculación, sí se ha podido corroborar un alto grado de interés y satisfacción de los participantes en las actividades desarrolladas.

Palabras clave: actividades de difusión, STEM, Ingeniería Civil, programas de difusión institucional

1. INTRODUCCIÓN

Las titulaciones técnicas o vinculadas a las áreas STEM han sufrido una importante reducción en el número de alumnos matriculados, entorno al 30% desde el año 2000 (Sanmartín, 2019). Especialmente han sufrido este problema las ingenierías vinculadas a la construcción y las obras públicas como es la Ingeniería Civil. La crisis económica y su alta incidencia en el sector de la construcción e inversión en obra pública está altamente relacionada con el descenso de matriculaciones en titulaciones como el grado en Ingeniería Civil (Aragónés, y otros, 2016). El elevado grado de desconocimiento de la contribución de la Ingeniería Civil a la Sociedad, la formación que se imparte o las salidas profesionales, hacen necesario las actividades de difusión y transferencia del conocimiento propias de la titulación a la Sociedad, las empresas y en particular a los estudiantes preuniversitarios.

La Universidad de Extremadura (UEX), al igual que el resto de universidades españolas lleva a cabo diferentes iniciativas para alcanzar el objetivo señalado anteriormente. La UEX cuenta con el Servicio de Difusión de la Cultura Científica, entre otros, que promueven actividades de orientación e información de las titulaciones universitarias. Además de las acciones institucionales, se promueve y participa también en otras actividades de difusión. En particular, en este trabajo se presentan las actividades desarrolladas por profesores e investigadores del Departamento de Construcción de la Escuela Politécnica de Cáceres (UEX), con la finalidad de difundir la actividad investigadora del Departamento, y en especial, dar a conocer el valor de la profesión de Ingeniero Civil, la calidad de la formación impartida, las posibilidades laborales y su papel en la Sociedad. El objetivo de este trabajo es presentar y revisar las actividades de difusión del título de Grado de Ingeniería Civil, en sus tres especialidades, desde el año 2014 hasta la actualidad.

2. DIFUSIÓN DE LA TITULACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

En niveles educativos no universitarios, como infantil, primaria y secundaria, existe un desconocimiento generalizado de las competencias que se pueden desarrollar en los estudios de Ingeniería Civil, no ocurriendo lo mismo con otras disciplinas como la informática. Este desconocimiento sobre la profesión del Ingeniero Civil también es observable en una gran parte de la Sociedad. Estas circunstancias repercuten directamente en un descenso de alumnos interesados en la titulación de Ingeniería Civil (Tenza Abril, y otros, 2019), por lo que los colegios profesionales, como es el caso del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas (CITOP, 2021) están desarrollando recientemente campañas de difusión y fomento de matriculaciones hacia los futuros alumnos.

Por otra parte, las universidades con títulos de grados en Ingeniería Civil han organizado, en mayor o menor medida, diferentes jornadas y actividades para acercar a los futuros alumnos y a la Sociedad en general, la ciencia y la tecnología desde la rama de Ingeniería Civil. Así, en la E.T.S.I. Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Ciudad Real se desarrolló un proyecto de difusión de la ingeniería de estructuras para alumnos de último curso de secundaria y bachillerato, en el marco del Campus de Excelencia Internacional Científico Técnico de la Energía

y el Medio Ambiente (Poveda, y otros, 2015). Tenza-Abril et al., (2019) presentaron el diseño y planificación de actividades en los laboratorios de las diferentes áreas de Ingeniería Civil de la Universidad de Alicante, y los resultados que obtuvieron con jóvenes de 12 a 16 años mostraron el éxito de este tipo de actividades, puesto que los adolescentes mejoraron la comprensión y reconocieron la actividad principal de la Ingeniería Civil, así como los valores asociados a su práctica como la conservación del medioambiente o la mejora de la calidad de vida de las personas, la cual desconocían o no asociaban a la Ingeniería Civil (Tenza Abril, y otros, 2019). Otro tipo de actividades son las « Olimpiadas de Ingeniería Civil » como las organizadas por la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT, 2019) o la « II Olimpiada de Ingeniería » de la Escuela Politécnica de Mieres (Universidad de Oviedo) (Fernández-Jiménez, Álvarez-Álvarez, Espina-Valdés, Navarro-Manso, & Fernández-Pacheco, 2020). En esta última desarrollaron una actividad para alumnos de secundaria (12-18 años) basada en una competición para la construcción de una presa de materiales sueltos y de la puesta en carga de un puente a través de maquetas. Concluyeron que los participantes de más edad valoraron más positivamente los conocimientos y la comprensión del problema, mientras que los de menor edad valoraban más el disfrute de la actividad.

Estos son solamente algunos ejemplos recientes de actividades de difusión desarrolladas por distintos centros. A pesar de los resultados satisfactorios obtenidos, es necesario evaluar las actividades de difusión realizadas para comprobar su grado de eficacia, la idoneidad de las mismas, y los aspectos positivos y negativos observados tras su realización para obtener mejoras y nuevas líneas de actuación en la aproximación de la Ingeniería Civil a la Sociedad.

3. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN REALIZADAS PARA DIFERENTES NIVELES DE ENSEÑANZAS

En este trabajo se describen y se revisan de forma crítica algunas de las principales actividades desarrolladas en los últimos años por profesores e investigadores del departamento de Construcción en la Escuela Politécnica de Cáceres de la Universidad de Extremadura (UEX). Éstas están enfocadas a la difusión y acercamiento de la Ingeniería Civil, en particular relacionada con el ámbito de la hidráulica y de la geotecnia, a estudiantes de diferentes niveles educativos y al público general. En la tabla 1 se recogen estas actividades organizadas en base a la edad de los participantes y el programa o marco institucional que daba soporte a dichas actividades.

Tabla 1. Actividades de difusión desarrolladas clasificadas por edad de los participantes a los que van dirigidas y por el programa o marco institucional en el que se han realizado

Programa o Marco Institucional de la Actividad	Educación Primaria: 5-6º (<11 años)	Educación Secundaria (12-16 años)	Bachillerato (16-18 años)	Público General
Jornadas de Puertas Abiertas		"Visitas física o virtuales"		
Ferias Educativas			Stands Informativos	
Desayuna con la Ciencia	"¿Quién es el mejor gestor Hidráulico?"			
Noche de los Investigadores	"Las obras de Ingeniería Civil y el agua: dos enemigos condenados a entenderse"			
		"Erosión y flujo de agua en el terreno"		
11F		"Modelos Numéricos en Ingeniería Civil: Terremotos"		

Fuente: Propia

3.1. Visitas físicas o virtuales

Esta actividad se ha venido desarrollando varios años dentro del programa “Jornadas de Puertas Abiertas” organizado por la UEx. En este programa se organizan con los institutos visitas a las escuelas y facultades para alumnos de 2º de bachillerato. En el caso de la Escuela Politécnica, los alumnos son recibidos por la dirección del centro y por un representante de cada una de las titulaciones que se imparten. En una primera charla de unos 30 minutos reciben una visión general del centro y de los títulos y posteriormente los estudiantes se organizan en grupos para visitar las instalaciones y laboratorios específicos de cada título y asistir a las demostraciones preparadas por los profesores e investigadores vinculadas a cada título y que están coordinadas por las Comisiones de Calidad de los títulos. La visita a los laboratorios, tocar materiales, la interacción con los profesionales y las demostraciones sobre el manejo de algunos equipos es una de las partes más interesantes para los estudiantes. En el caso del grado en Ingeniería Civil, esta actividad se ha complementado en las últimas ediciones con la participación de alumnos egresados del centro que aportan su experiencia y opinión sobre la titulación y la formación recibida. En el último año, debido a la situación del COVID-19, las visitas físicas han sido canceladas, y se han sido sustituidas por visitas virtuales a través de vídeos dentro de un programa coordinado en toda la Universidad (Figura 1).

3.2. Stands Informativos

De forma análoga a una feria profesional, la UEx organiza las “Ferias Educativas”. En estas ferias se organizan stands informativos de todas las titulaciones en pabellones o palacios de congresos. Los stands son atendidos por profesores y tienen la finalidad de informar, asesorar y orientar a los futuros estudiantes, encaminándoles especialmente a una elección más acertada de los estudios que quieren realizar y resolviendo dudas muy concretas sobre los planes de estudios o las salidas profesionales. La feria se organiza en dos turnos, de mañana con visitas organizadas con los institutos para alumnos de 2º de bachillerato y por la tarde para cualquier estudiante, normalmente acompañado por otros compañeros o familiares.



Figura 1. Actividad: visitas físicas y virtuales

3.3. ¿Quién es el mejor gestor hidráulico?

Esta actividad se ha venido desarrollando dentro del programa “Desayuna con la ciencia”, organizado por el Servicio de Difusión de la Cultura Científica (UEx). Es una actividad para niños de 5º y 6º de primaria de colegios de la provincia. Está estructurada en dos partes, a primera hora los niños asisten a un desayuno en la cafetería del centro y después participan en diferentes actividades organizadas por profesores e investigadores de cualquier titulación de la Universidad. Para ello, los niños se agrupan en grupos de 5-7 personas y van rotando de forma ordenada entre todas las actividades, con una duración promedio de unos 25-35 minutos. En los últimos años, este programa se ha venido desarrollando en la Escuela Politécnica de Cáceres. Las actividades son de temática muy diversa y tratan de acercar la investigación a la socie-

dad mediante la divulgación científica, con el fin de despertar vocaciones científicas a edades tempranas. Estas actividades son principalmente lúdicas y de marcado carácter participativo, realizando juegos o sencillos experimentos, demostraciones o charlas explicativas.

El caso de la actividad ¿Quién es el mejor gestor hidráulico?, consiste en un juego donde los niños tienen la responsabilidad de gestionar un recurso hidráulico, como una presa, y donde deben tomar diferentes decisiones como abrir los aliviaderos o no, conociendo las consecuencias de sus decisiones, como la pérdida de recursos hidráulicos y por tanto la capacidad de abastecimiento y riego para satisfacer la demanda de los usuarios, pero también los costes en pérdidas económicas. Los niños deben tomar sus decisiones ante diferentes escenarios donde cambian el nivel del río y la probabilidad de lluvias, representadas por nubes blancas y negras que se introducen en una bolsa y se saca una de ellas al azar. Las consecuencias de sus decisiones se traducen en ganancia o pérdida de caramelos (Figura 2).



Figura 2. Material de la actividad: ¿Quién es el mejor gestor hidráulico?

3.4. “Las obras de Ingeniería Civil y el agua: dos enemigos condenados a entenderse”

Esta actividad se engloba en el programa “La Noche Europea de los Investigadores”. Es un proyecto financiado por la Unión Europea para dar a conocer la investigación y la innovación a la Sociedad en general y que se desarrolla en muchas ciudades europeas (Servicio de Difusión de la Cultura Científica de la UEx, 2014). En Extremadura, este programa está organizado por el Servicio de Difusión de la Cultura Científica (UEx) y Fundecyt-PCTEx, con la participación de la Junta de Extremadura entre otros. Esta actividad pretende un acercamiento a la ciencia y la investigación de la mano de los propios investigadores y expertos.

En particular, la actividad desarrollada está relacionada con la Ingeniería Civil y está orientada a todos los públicos, desde niños hasta adultos. Trata de mostrar el comportamiento y la influencia del flujo de agua en la estabilidad de una presa de materiales sueltos mediante un modelo reducido en laboratorio. A través del modelo se hace circular agua teñida y esto permite examinar y comprender la respuesta del flujo cuando atraviesa diferentes elementos de la presa, y las técnicas seguidas para solventar los posibles problemas existentes desde un punto de vista ingenieril. La actividad se organiza en grupos de 20 personas y se desarrolla en los laboratorios de Hidráulica y en el laboratorio de Geotecnia (Figura 3).



Figura 3. Actividad: “Las obras de ingeniería civil y el agua: dos enemigos condenados a entenderse”

3.5. “Erosiones y flujo de agua en el terreno”

Esta actividad también se ha desarrollado dentro del programa “La Noche Europea de los Investigadores”. La actividad está enfocada bajo la premisa de que el suelo es el medio sobre el que se desarrolla la vida, y sobre el que se desarrollan también un gran número de actividades. El tránsito del agua a través del suelo puede generar efectos beneficiosos como la depuración del agua mediante la filtración a través del mismo, o perjudiciales como la erosión y afección a ciertas infraestructuras. Se crearon cuatro muestras diferentes de suelo (suelo arcilloso, suelo arenoso con y sin cobertura de material orgánica, y suelo de gravas) en recipientes abiertos en su parte superior y con un desagüe en un extremo del fondo. Se explicaba a los participantes las características y propiedades de los materiales, y después se simulaban diferentes episodios de lluvia sobre las cuatro muestras, desde lluvia suave (regadera con orificios finos) a lluvia intensa (botella con orificios de tamaño medio), y se observa la magnitud de la erosión producida, la escorrentía superficial y subterránea, la capacidad de filtro del terreno etc. Todos estos aspectos se relacionan con afecciones a infraestructuras civiles, como caminos, cunetas etc. y posibles técnicas para resolverlos. La actividad está dirigida a alumnos de secundaria.

3.6. “Modelos Numéricos en Ingeniería Civil: Terremotos”

Esta actividad se ha desarrollado dentro del programa «IIF - Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia» (Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, 2021). El programa está orientado a dar visibilidad a la mujer en el ámbito científico - tecnológico, ya que el interés de las alumnas por cursar estudios relacionados con el ámbito científico - tecnológico y de las STEM es cada vez menor. En este programa se realizan actividades de educación y sensibilización para fomentar la participación y progreso de las mujeres y las niñas en la ciencia. En particular, la actividad «Modelos Numéricos en Ingeniería Civil: Terremotos» consiste en una charla impartida por una profesora e investigadora del grado de Ingeniería Civil a alumnos de 4º de la ESO y bachillerato y una entrevista en la radio del instituto. Se realiza una exposición de la trayectoria profesional, para visibilizar el papel de la mujer en el ámbito científico - tecnológico, difundir el papel de los ingenieros civiles en la sociedad y la utilización de herramientas informáticas para el cálculo y resolución de obras de ingeniería, en particular aplicados a la ingeniería sísmica (Figura 4).



Figura 4. Actividad: “Modelos Numéricos en Ingeniería Civil: Terremotos”

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se revisan las actividades de difusión de la Ingeniería Civil realizadas en los últimos años por profesores e investigadores del departamento de Construcción de la Escuela Politécnica de Cáceres (UEX). El objetivo es acercar esta rama de la ingeniería a la Sociedad y a los futuros estudiantes. Las actividades se han organizado para diferentes niveles educativos y rangos de edad y bajo diferentes programas institucionales de difusión. Están particularmente

relacionadas con la ingeniería hidráulica y geotécnica. Estas estrategias nacen motivadas por la notable reducción de estudiantes de ingeniería. Aunque no se disponen de indicadores que evalúen la repercusión de estas actividades en las tasas de matriculación, en base a la retroalimentación ofrecida por los participantes durante las actividades, así como por el elevado número de asistentes durante las sucesivas ediciones de las actividades, sí se ha podido corroborar de forma cualitativa un alto grado de interés en las actividades, señalando que comprenden mejor el papel de la Ingeniería Civil en el desarrollo de la Sociedad.

REFERENCIAS

- Aragonés, L., Bañón, L., Ivorra, S., García Andreu, C., García-Barba, J., López, I., . . . Asensio Gil, E. (2016). Estudio de seguimiento del Grado en Ingeniería Civil. Dans Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, propuestas y acciones. Universidad de Alicante, Instituto de Ciencias de la Educación.
- CITOP. (2021). "Estudia Ingeniería Civil". La nueva campaña de CITOP. Récupéré sur <https://ingenieros-civiles.es/actualidad/actualidad/1/890/estudia-ingenieria-civil-la-nueva-campa-na-del-citop>
- Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. (2021). <https://11defebrero.org/>.
- Fernández-Jiménez, A., Álvarez-Álvarez, E., Espina-Valdés, R., Navarro-Manso, A., & Fernández-Pacheco, V. (2020). Propuesta de actividades de participación activa para el acercamiento de la Ingeniería Civil a estudiantes de secundaria. IN-RED 2020: VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red.
- Poveda, E., Lozano-Galant, J., Rivas, A., Sánchez-Cambronero, S., Coronado, J., Porras, R., & Galán, A. (2015). La ingeniería civil para los alumnos de Bachillerato la concepción de un puente desde un enfoque multidisciplinar y práctico. Innovación educativa en las enseñanzas técnicas. 2, pp. 1399-1410. Servicio Publicaciones Universidad Castilla la Mancha.
- Sanmartín, O. R. (2019, diciembre 19). Los universitarios matriculados en carreras tecnológicas caen un 30% porque "no compensa el esfuerzo". El Mundo.
- Servicio de Difusión de la Cultura Científica de la UEx. (2014). <http://culturacientifica.unex.es/index.php/en/actividades/noche-de-los-investigadores/campus-de-caceres>. Récupéré sur La Noche Europea de los Investigadores.
- Tenza Abril, A., Andreu Vallejo, L., Navarro González, F., Tenza-Abril, R., Ibáñez Gosálvez, J., García-Andreu, C., . . . Vives Bonete, I. (2019). Aproximación de la ingeniería civil a infantil, primaria y secundaria. Una nueva perspectiva en la educación. Dans Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2018-19. Universidad de Alicante. Instituto de Ciencias de la Educación.
- UPCT. (2019). Olimpiadas Civil-ETS de Ing. De Caminos, Canales y Puertos y de Ing. De Minas. Recuperó sur <https://caminosyminas.upct.es/olimpiadas-civil>

Iniciativas de la ETSIA de Ciudad Real para promoción del Grado en Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria

Pérez-de-los-Reyes, C.^a, López-Perales, J.^a, Moreno, M. M.^a,
García-Navarro, F.J.^a, Romero, A.^a, Morales-Rodríguez, P.A.^a,
Bravo, S.^a, Gómez, R.^a

Caridad.Perez@uclm.es

^a Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Ciudad Real.
Universidad de Castilla-La Mancha. Ronda de Calatrava, 7. 13071 Ciudad Real, España.

ABSTRACT

The number of students in degrees in the engineering area has decreased during the last academic years and the Degree in Agricultural and Agri-food Engineering (GIAA) has not been immune to this general situation. The Higher Technical School of Agricultural Engineers (Ciudad Real) has developed a promotional program for the GIAA that has been specified in the actions set out in this communication.

From the 2016-2017 to 2020-2021 academic years, different GIAA promotion actions have been carried out (total of 39), which have been classified into four types. At the beginning of each academic year, a survey has been made of newly enrolled students to evaluate the effectiveness and efficiency of the actions.

In the last years there has been an average of 30 new students, who mostly have chosen the career in the first option (from 85 to 100%), weighing in their decision the good professional prospects of the Degree. The sources from which they obtain information about the School and the Degree are, firstly, through friends and family (73.9% in 2020-2021) and, notably in recent years, the internet and social networks (60 % in 2020-2021)

Keywords: promotion, agronomists, actions, effectiveness, efficiency, social networks

RESUMEN

El número de estudiantes matriculados en grados del área de ingeniería ha disminuido durante los últimos cursos académicos y el Grado en Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria (GIAA) no ha sido ajeno a esta situación general. La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Ciudad Real ha desarrollado un programa promocional del GIAA que ha quedado concretado en las acciones que se exponen en esta comunicación.

Durante los cursos 2016-2017 hasta 2020-2021, se han realizado diferentes acciones de promoción del GIAA (un total de 39), que se han clasificado en cuatro tipos. Al inicio de cada

curso académico se hace una encuesta a los estudiantes de nueva matrícula para evaluar la eficacia y eficiencia de las acciones.

En los últimos cursos se ha tenido una media de alumnos de nueva matrícula de 30, los cuales han elegido la carrera en primera opción mayoritariamente (del 85 al 100%), pesando en su decisión las buenas perspectivas profesionales del Grado. Las fuentes de donde obtienen información sobre la Escuela y el Grado son, en primer lugar, a través de amigos y familiares (73,9% en 2020-2021) y, de manera destacada en los últimos cursos, internet y redes sociales (60% en 2020-2021).

Palabras clave: promoción, agrónomos, acciones, eficacia, eficiencia, redes sociales

1. INTRODUCCIÓN

La elevada oferta de estudios universitarios y la disminución de la natalidad en España han obligado a las universidades españolas a desarrollar programas de captación de estudiantes desde hace varias décadas. Esta situación es especialmente acusada en estudios de ingeniería y, de hecho, el número de estudiantes matriculados en grados del área de ingeniería y arquitectura ha disminuido durante los últimos cursos académicos. Del total de alumnos matriculados en un grado durante el curso 2018-2019, únicamente el 17,8 % lo hicieron en un grado en ingeniería o arquitectura, siendo del 24,5 % en el curso 2008-2009 (Ministerio de Universidades, 2019). Las titulaciones relacionadas con la ingeniería agronómica no son ajenas a esta situación general, por lo que el problema de la baja matriculación se ha extendido a todas las universidades que ofrecen estos títulos (a pesar de que la agronomía es uno de los sectores básicos de la economía española y castellano manchega).

En este contexto, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (ETSIA) de Ciudad Real ha desarrollado durante más de 10 años un programa promocional del Grado en Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria (GIAA) que ha quedado concretado, a partir del curso académico 2016-2017, en las acciones que se exponen en esta comunicación.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Existen escasos documentos publicados sobre los sistemas de promoción de titulaciones y captación de nuevos alumnos, tanto en estudios de ingeniería, en general, como de ingeniería agronómica, en particular.

Se puede hacer referencia al documento de Gutierrez (2015) donde se desarrolla un proyecto de innovación específico para la captación de estudiantes para el Grado en Ingeniería Agroalimentaria en la Universidad de Salamanca (Escuela Politécnica Superior de Zamora) basado en el envío de cartas de presentación dirigidas a equipos directivos y asociaciones de padres de institutos de enseñanza secundaria (IES) de Salamanca y Zamora, en la realización de visitas y charlas presenciales a los institutos interesados orientadas a estudiantes de 4º de ESO y 1º y 2º de Bachillerato (13 IES, durante los meses de enero a mayo) y organización de la I Olimpiada Agroalimentaria y Agroambiental de Castilla y León, dirigida a alumnos de 2º curso de Bachillerato y en la que participaron estudiantes de las cuatro universidades de la Comunidad (Burgos, León, Salamanca y Valladolid).

En la web también se pueden encontrar enlaces y noticias relacionadas con la captación de estudiantes y talento en universidades con estudios agronómicos como la Universidad Politécnica de Cartagena (2019), la Universidad Politécnica de Madrid (2012) o la Universidad de Zaragoza (2016).

3. METODOLOGÍA

Durante los cursos académicos 2016-2017 hasta 2020-2021, se han realizado diferentes acciones de promoción del Grado en Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria, que se han clasificado en cuatro tipos, tal y como se explica a continuación.

Se ha considerado que una mayor diversidad de acciones asegurará llegar a mayor número de estudiantes que puedan estar interesados en la titulación, por lo que se han realizado simultáneamente los siguientes tipos de actuaciones:

TIPO 1 : Visitas institucionales al centro organizadas por el Vicerrectorado de Estudiantes de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) y Jornadas de Puertas Abiertas. La UCLM realiza anualmente una campaña de promoción general que permite a los estudiantes de los distintos institutos de la región elegir un centro para realizar una visita presencial (normalmente en enero-febrero). Además, se organiza una jornada de puertas abiertas por campus, (en abril) en la que los padres y futuros estudiantes pueden, asimismo, visitar las instalaciones del centro de su elección

TIPO 2 : Visitas de profesores y equipo directivo del centro a Institutos de Enseñanza Secundaria (IES). Se programan visitas a IES, en las que se expone a los estudiantes de 4º de ESO y 1º y 2º de bachillerato las características tanto de la titulación como del centro (de enero a mayo).

TIPO 3 : Visitas programadas de estudiantes de los IES al centro para la realización de actividades (prácticas de laboratorio, catas, ...) / Visitas de orientadores y directores de IES al centro. En coordinación con los centros de secundaria, se programan actividades específicas en laboratorios para estudiantes de 2º de bachillerato y ciclos formativos de grado superior como forma de dar a conocer la escuela y sus titulaciones. En este sentido, en 2019 se realizó una jornada similar con orientadores y directores de los IES de la provincia.

TIPO 4 : Acciones de divulgación de las actividades de la Escuela y sus titulaciones en la sociedad provincial, local y regional. En este tipo de acciones se encuadrarían actuaciones muy variadas (realizadas a lo largo de todo el curso académico) encaminadas a dar a conocer la profesión -como transformadora del sector agrario- a la sociedad, como es el caso de las Jornadas temáticas de la ETSIA (organizadas por los propios estudiantes de la Escuela y que tienen repercusión en la prensa local), campañas de publicidad en radio, prensa y redes sociales, conferencias con personalidades del sector agrario (Secretario General de Agricultura y Alimentación, Consejero de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Consejera de Economía, Empresas y Empleo de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Presidente de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología, Ex-presidente del Comité de la FAO de la Ética para la Agricultura y la Alimentación,...) y asistencia a ferias agrarias (por ejemplo, FENAVIN, FERCAM).

Realizadas estas acciones a lo largo de los distintos meses del curso académico, al iniciarse el nuevo curso se realiza una encuesta a los alumnos matriculados para conocer qué factores le han permitido elegir el título y evaluar la eficacia (objetivos logrados) y eficiencia (recursos económicos y temporales invertidos) de las distintas acciones realizadas.

4. RESULTADOS

En la Tabla 1 se resumen el número de acciones de promoción realizadas desde 2016, diferenciadas por tipología.

Como se puede observar en la tabla indicada, las acciones institucionales de la UCLM (tipo 1) son similares en número todos los años. Este número es poco significativo en el conjunto de acciones realizadas por el centro anualmente (20% de todas las actividades de promoción de los cuatro años). El número de visitas a institutos (tipo 2) no es constante debido a que se imparten charlas conjuntas a estudiantes de 4º ESO, 1º de bachillerato y 2º de bachillerato, por lo que al año siguiente no se considera aconsejable que reciban la misma información. Eso (y el deseo de no producir fatiga en los responsables de los centros de enseñanza secundaria) obliga a no visitar los institutos todos los años. Las acciones tipo 3 tienen las mismas características que las de tipo 2 (una vez realizada la actividad con un grupo de un centro de enseñanza secundaria se deben dejar pasar uno o dos años antes de volver a reanudar la acción para que no sea repetitiva para estudiantes ni profesores). Por último, las acciones tipo 4 son muy variables dependiendo del año. Destaca el año 2019 en el que se realizó un gran número de acciones de estas características como resultado de la celebración del 50 aniversario de la Escuela, actividades que se vieron truncadas con el estado de alarma declarado por la pandemia debida al COVID-19.

Tabla 1. Número de acciones de promoción de la ETSIA por año y tipo.

	2016+2017	2018	2019	2020	TOTAL
Tipo 1: Acciones UCLM	2	2	2	2	8
Tipo 2: Visitas a IES	3	1	6		10
Tipo 3: Visitas de IES	1+5*	1		1	8
Tipo 4: Otras acciones	2	1	8	2	13
TOTAL	1+12*	5	16	5	39

*Primer sumando correspondiente a acciones de 2016 y segundo sumando a acciones de 2017

Fuente: *Elaboración propia*

Para evaluar la eficacia y eficiencia de las distintas acciones se registró, en primer lugar, el número de estudiantes matriculados en el curso académico posterior a las actividades de promoción. Por otro lado, como se ha indicado anteriormente, cada curso académico se realizó una encuesta presencial a los estudiantes matriculados en primer curso donde se les preguntó, entre otras cuestiones, por la fuente o fuentes de información sobre la Escuela que les ayudó a conocer y elegir la titulación. Todos estos datos quedan recogidos en la Tabla 2.

En general, el número de estudiantes de nueva matrícula se mantiene estable a lo largo de los cursos académicos (Tabla 2), pero en un número insuficiente a juicio de los autores de este trabajo. La mayoría de los alumnos eligen la carrera en primera opción (entre el 85 y el 100%), y este hecho debe facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, mejorando las tasas de éxito y disminuyendo las tasas de abandono del Grado. La mayoría de los estudiantes encuestados también piensa que el Grado tiene buenas perspectivas profesionales (> 66%), y éste es uno de los factores que más influye en su decisión para cursar la titulación.

Tabla 2. Número de estudiantes de nuevo ingreso matriculados en el Grado en Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria (ETSLA Ciudad Real) y resultados de la encuesta realizada a los estudiantes cada curso académico.

	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
Número de estudiantes nuevo ingreso	34	29	26	33
Estudiantes que contestan a la encuesta	18	17	14	23
% estudiantes que eligen el grado en primera opción	85	88	100	95,5
% estudiantes que piensan la titulación tiene buenas perspectivas profesionales	66	82	83	84
% estudiantes que recibieron información del grado por familiares o amigos	61	76,5	42,8	73,9
% estudiantes que recibieron información del grado por visitas a la UCLM	44	29,4	36	21,5
% estudiantes que recibieron información del grado en el centro de secundaria donde estudiaban	22	17,5	7	21,5
% estudiantes que recibieron información del grado por visitas a través de campañas en internet/redes sociales	33	41	43	60

Fuente: Servicio de Información a la Dirección UCLM (SID)/Encuesta propia

En cuanto a las fuentes de donde obtienen información sobre la Escuela y el GIAA, han ido variando en los últimos años: la influencia del entorno familiar y de amistades es un factor muy importante en su conocimiento, que se mantiene a lo largo de los años. La influencia de la información recibida en su centro de secundaria (aquí se incluirían las visitas realizadas por profesores del centro a institutos) es bastante variable (del 7 al 22%). Sin embargo, las visitas a la universidad, aunque han ido disminuyendo en importancia (del 44% en 2017-2018 al 21,7% en 2020-2021), siguen siendo una fuente de información directa para tener en cuenta. Mención aparte merece la influencia de internet y de las redes sociales como fuente de información y promoción. En los últimos cursos se ha destacado como una de las principales fuentes de promoción del Grado, de forma que hasta el 60% de los estudiantes encuestados había conocido la Escuela o el GIAA a través de internet y/o redes sociales (Facebook, Twitter e Instagram).

5. CONCLUSIONES

De la experiencia obtenida en los años de promoción de la titulación del Grado en Ingeniería Agrícola y Agroalimentaria durante los últimos años académicos, se puede concluir que el número de acciones realizadas está cercano a una media de 10 actividades/año, de las cuales 2 son acciones institucionales realizadas por el Vicerrectorado competente de la UCLM, en colaboración con la dirección de los centros.

El resto de acciones de promoción, realizadas a iniciativa del centro, tienen efectos desiguales en cuanto al número de estudiantes finalmente matriculados, aunque, en general, se

consideran eficaces. Aquellas actividades que no han mostrado una eficacia clara y sí una escasa eficiencia (inversión elevada de recursos, por ejemplo la visita de directores y orientadores de IES al centro), se han eliminado en cursos posteriores. Hay que destacar la eficiencia de las campañas de promoción en internet y redes sociales.

El centro considera que realizar varias acciones de promoción de forma simultánea a lo largo de los distintos cursos académicos asegura la obtención de resultados concretados en el aumento del número de estudiantes de nuevo ingreso, aunque también es consciente de que las actividades de «marketing universitario» deben ser diseñadas y realizadas por especialistas en la materia.

REFERENCIAS

- Ministerio de Universidades (2020). *Datos y cifras del sistema universitario español. Publicación 2019-2020*. Secretaría General Técnica del Ministerio de Universidades. Madrid. 141 pp.
- Gutiérrez, Y. (2015). *Captación de estudiantes y promoción de la titulación del Grado en Ingeniería Agroalimentaria (Proyecto ID2014/0109)*. Vicerrectorado de Promoción y Comunicación. Universidad de Salamanca. 10 pp.
- Universidad de Zaragoza (2016). *Captación de estudiantes*. https://eps.unizar.es/sites/eps.unizar.es/files/users/ccano/calidad_2017/2017_procedimientos/prc-011_captacion_estudiantes_v3.pdf. Fecha último acceso : 26-7-2021
- Universidad Politécnica de Cartagena (2019). *La Politécnica de Cartagena duplica la captación de talento entre los nuevos estudiantes*. <https://agronomos.upct.es/news/la-politecnica-de-cartagenahttps://agronomos.upct.es/news/la-politecnica-de-cartagena-duplica-la-captacion-de-talento-entre-los-nuevos-estudiantesduplica-la-captacion-de-talento-entre-los-nuevos-estudiantes>. Fecha último acceso : 26-7-2021
- Universidad Politécnica de Madrid (2012). *Sistemas de Información de Orientación al alumno UPM del Grado: ELAEspacio, EIFMedioNatural, EUArquitecturaTécnica, ETSIAgronomos y ETSINavales*. <https://innovacioneducativa.upm.es/proyectos-ie/informacion?anyo=2011-2012&id=706>. Fecha último acceso : 26-7-2021

El comité del XXVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2021) presenta estas actas de la vigésima octava edición del congreso nacional CUIEET, el cual se celebró del 8 al 10 de septiembre de 2021 en la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén de la Universidad de Castilla la Mancha.

El congreso CUIEET es, sin duda, un encuentro de referencia a nivel nacional en lo que se refiere a la innovación educativa en las enseñanzas técnicas universitarias. Es, por tanto, un foro de intercambio de experiencias, conocimientos y recursos educativos entre profesionales de la docencia universitaria de los estudios técnicos. En el CUIEET 2021, por otra parte, se prepararon distintos talleres, conferencias plenarias, convenios con revistas de alto impacto y mesas de debate para el enriquecimiento de los asistentes. Por otro lado, el XXVIII CUIEET ha servido como lugar de encuentro para la promoción de sinergias y colaboraciones en proyectos conjuntos.

El XXVIII CUIEET se desarrolló en un entorno y un marco patrimonial incomparable como lo es Almadén, cuyas minas fueron declaradas patrimonio de la humanidad por la UNESCO en 2012.

Los trabajos mostrados en estas Actas del XXVIII CUIEET son las contribuciones originales presentadas por los participantes, con el objetivo de mostrar las últimas experiencias de innovación educativa en las enseñanzas técnicas.



Escuela de
**Ingeniería Minera
e Industrial**
Almadén

Universidad de Castilla-La Mancha



Ediciones de la Universidad
de Castilla-La Mancha

ISBN 978-84-9044-706-2



9 788490 447062