

19_22 de julio, 2022
Universitat Politècnica de València
LIBRO DE ACTAS

JULIO-29



ORGANIZAN



PATROCINAN



COLABORAN



Técnica Industrial





LIBRO DE ACTAS

CUIEET_29

Vigesimonoveno Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID)

Universitat Politècnica de València

19-22 de julio de 2022

TÍTULO

LIBRO DE ACTAS CUIEET_29

EDITORAS

Vanesa Paula Cuenca Gotor¹

Begoña Sáiz Mauleón²

DISEÑADORES

Olga Ampuero Canellas³

José Armijo Tortajada³

Jimena González Del Río Cogorno³

Begoña Jordá Albiñana³

Begoña Sáiz Mauleón²

Nereida Tarazona Belenguer³

Irene Badía Madrigal⁴

Carlos García Corredor⁴

Rita Julia Górriz Salanova⁴

Walid Husam Jabr Herrera⁴

Empar Martí Andreu⁴

Pablo Mirón Hernández⁴

Inés Mondragón Pons⁴

Victoria Olcina Marcos⁴

Pablo Tortosa Juanes⁴

Pau Yániz González⁴

¹Departamento de Física Aplicada

²Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica

³Departamento de Ingeniería Gráfica

⁴YUDesign

© De la edición: CUIEET_29

© Del texto: Los autores y autoras. El contenido de los artículos publicados en esta obra son responsabilidad exclusiva de los autores y autoras

Editorial: Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Universitat Politècnica de València

Camino de Vera, s/n - 46022, Valencia. España

Tel +34 963877181

Web <https://cuiet29.webs.upv.es>

ISBN: 978-84-09-41232-7

Julio, 2022. Valencia. España



Esta obra se encuentra bajo una Licencia Creative Commons
Atribución – NoComercial - SinObraDerivada 4.0 Internacional.



PREFACIO

En este Libro de Actas presentamos las contribuciones aportadas por los colectivos de profesorado y estudiantado a la vigesimonovena edición del Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET_29), celebrado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID), de la Universitat Politècnica de València (UPV), los días 19 a 22 de julio de 2022.

Apoyándonos en las 3 áreas temáticas clave de este encuentro, focalizadas en la Transformación Digital, la Transformación Social y la Transformación Sostenible, hemos desarrollado un programa en el que compartir vuestras experiencias en innovación educativa en el ámbito de las ingenierías, con particular mención a la rama industrial. Incluimos 3 interesantes sesiones plenarias: *Retos de la sociedad digital*, por Juan Ignacio Torregrosa López; *Un poco de divulgación, por favor*, por Ignacio Mártil de la Plaza; y *Educación en la sostenibilidad como modo de vida*, por Jordi Alberola Albors. En las sesiones orales y de pósteres que se sucederán a lo largo de estos días, trataremos sobre emprendedurismo, realidad virtual y formación inmersiva, cultura sostenible en la universidad, competencias transversales, calidad en las enseñanzas, modelos de aprendizaje híbrido o semipresencial y online, plataformas educativas, metodologías activas, ODS y agenda 2030, educación inclusiva, universidad y empresa, relaciones internacionales, entornos virtuales y redes sociales, definición y desarrollo de estrategias de transformación sostenible, e innovación desde la sostenibilidad.

Queremos agradecer a todos los participantes el interés mostrado y el tiempo dedicado a la consecución del CUIEET_29. Gracias a todas y todos por vuestras aportaciones, que han constituido el eje principal del Congreso. Gracias por vuestra asistencia, por vuestra compañía en este apasionante camino. Gracias a los miembros de los comités científico y organizador, que han hecho posible este evento. Gracias al comité de honor por su apoyo incondicional. Y gracias a la Conferencia de directores por mantener prendida esta llama de la innovación educativa, año tras año.

Un abrazo,

Juan Antonio Monsoriu

Director de la ETSID



COMITÉ ORGANIZADOR

PRESIDENTA

Begoña Sáiz Mauleón

COMITÉ ORGANIZADOR

Universitat Politècnica de València

COMISIÓN EJECUTIVA

Vanesa Paula Cuenca Gotor

Universitat Politècnica de València

Pedro Fuentes Durá

Universitat Politècnica de València

Juan Antonio Monsoriu Serra

Universitat Politècnica de València

Cristina Navarro Aparicio

Universitat Politècnica de València

Rafael Seiz Ortiz

Universitat Politècnica de València

María Jesús Vidal García

Universitat Politècnica de València

VOCALES

Olga Ampuero Canellas

Universitat Politècnica de València

José Armijo Tortajada

Universitat Politècnica de València

Irene Badía Madrigal

Universitat Politècnica de València

Marta Ballester Collado

Universitat Politècnica de València

Carlos García Corredor

Universitat Politècnica de València

Jimena González del Río Cogorno

Universitat Politècnica de València

Rita Julia Górriz Salanova

Universitat Politècnica de València

Walid Husam Jabr Herrera

Universitat Politècnica de València

Begoña Jordá Albiñana

Universitat Politècnica de València

Empar Martí Andreu

Universitat Politècnica de València

Pablo Mirón Hernández

Universitat Politècnica de València

Inés Mondragón Pons

Universitat Politècnica de València

Victoria Olcina Marcos

Universitat Politècnica de València

Amparo Samper Martínez

Universitat Politècnica de València

Carlos Sandia Paredes

Universitat Politècnica de València

Nereida Tarazona Belenguer

Universitat Politècnica de València

Elena Torrejón García

Universitat Politècnica de València

Pablo Tortosa Juanes

Universitat Politècnica de València

Pablo Yániz González

Universitat Politècnica de València

COMITÉ CIENTÍFICO

PRESIDENTA

Vanesa Paula Cuenca Gotor

Universitat Politècnica de València

COMISIÓN EJECUTIVA

José Antonio Morano Fernández

Universitat Politècnica de València

Ana Pedrosa Sánchez

Universitat Politècnica de València

Begoña Sáiz Mauleón

Universitat Politècnica de València

Juan Ángel Sans Tresserras

Universitat Politècnica de València

VOCALES

José A. Almendros Ibáñez

Universidad de Castilla-La Mancha

Miquel Ardid Ramírez

Universitat Politècnica de València

Salva Ardid Ramírez

Universitat Politècnica de València

Francisco Javier Azcondo Sánchez

Universidad de Cantabria

Borja Badenes Badenes

Universitat Politècnica de València

Joaquín Barreiro García

Universidad de León

Paula Bastida Molina

Universitat Politècnica de València

José Vicente Benlloch Dualde

Universitat Politècnica de València

Andrea Bernardos Bau

Universitat Politècnica de València

Suitberto Cabrera García

Universitat Politècnica de València

Ángeles Calduch Losa

Universitat Politècnica de València

Juan Carlos Campo Rodríguez

Universidad de Oviedo

José Luis Canito Lobo

Universidad de Extremadura

Diego Carmona Fernández

Universidad de Extremadura



Juan Pablo Carrasco Amador	Universidad de Extremadura
Isabel Carrillo Ramiro	Universidad Politécnica de Madrid
Nacho Despujol Zabala	Universitat Politècnica de València
Vicente Dolz Ruiz	Universitat Politècnica de València
Nekane Errasti Lozares	Mondragon Unibertsitatea
Vicente Ferrando Martín	Universitat Politècnica de València
Patricio Franco Chumillas	Universidad de Cartagena
Pedro Fuentes Durá	Universitat Politècnica de València
Ana Gimeno Sanz	Universitat Politècnica de València
Houcine Hassan	Universitat Politècnica de València
Alicia Herrero Debón	Universitat Politècnica de València
Milagros (Alazne) Huerta Gómez de Merodio	Universidad de Cádiz
Eugenio Ivorra Martínez	Universitat Politècnica de València
Virginia Larrea Santos	Universitat Politècnica de València
Luis Lafuente Molinero	Universidad de Cádiz
Lenin Lemus Zúñiga	Universitat Politècnica de València
Juan Jesús Luna Rodríguez	Universidad de Córdoba
Alfonso Carlos Marcos Romero	Universidad de Extremadura
Miguel Ángel Mariscal Saldaña	Universidad de Burgos
Vicente Martí Centelles	Universitat Politècnica de València
Beatriz Martín Marchante	Universitat Politècnica de València
Miguel Mateo Pla	Universitat Politècnica de València



Pilar Molina Palomares	Universitat Politècnica de València
Santi Moll López	Universitat Politècnica de València
Juan Antonio Monsoriu Serra	Universitat Politècnica de València
Martín Orna Carmona	Universidad de Zaragoza
Pere Palà Schönwälder	Universitat Politècnica de Catalunya
M. Àngels Pèlach	Universitat de Girona
Salvador Pérez Litrán	Universidad de Huelva
Jesús Ángel Pisano Alonso	Universidad de Valladolid
Alina Pruna	Universitat Politècnica de València
Ramón Pujol Nadal	Universitat de les Illes Balears
Francisco Quintana Gragera	Universidad de Extremadura
Francisca Ramón Fernández	Universitat Politècnica de València
María del Pilar Romero López	Universidad de Las Palmas de G.C.
Dolors Roselló Ferragud	Universitat Politècnica de València
Carlos Rubió Sanvalero	Universitat Politècnica de València
Rafael Seiz Ortiz	Universitat Politècnica de València
Josep Lluís Suñer Martínez	Universitat Politècnica de València
José Tejero Manzanares	Universidad de Castilla-La Mancha
Mónica Val Fiel	Universitat Politècnica de València
Ángel Vicente Escuder	Universitat Politècnica de València
Pedro Yuste Pérez	Universitat Politècnica de València

COMITÉ DE HONOR

D. José Esteban Capilla Romá	Rector de la Universitat Politècnica de València
D.ª Teresa Riesgo Alcaide	Secretaria General de Innovación. Ministerio de Ciencia e Innovación
D.ª Pilar Ezpeleta Piorno	Directora General de Universidades. Consellería de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital
D. Carlos Galiana Llorens	Coordinador General del Área de Educación, Cultura y Deportes. Ayuntamiento de Valencia
D. José Antonio Galdón Ruiz	Presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI)
D.ª Angélica Gómez González	Decana del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Valencia (COGITI Valencia)
D. José Luis Canito Lobo	Presidente de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería de Ámbito Industrial
D. Juan Antonio Monsoriu Serra	Director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID)

ÍNDICE

1. Transformación Digital	10
Sesión Plenaria a cargo de Juan Ignacio Torregrosa López	11
Blog PUMA. Del aula a la red. Una experiencia de 7 años. Borja López del Campo, Rosa M ^a Arce Ruiz y Ana Belén Berrocal Menárguez	12
Uso de casos de prueba negativos para mejorar la evaluación en actividades basadas en laboratorios virtuales de programación. Pablo Carmona, Juan Álvaro Fernández y José Manuel Perea.....	18
Propuesta de mejora del Aprendizaje de la variación de velocidades a través de un rodete hidráulico con el uso de MATLAB. José Luis Vicéns Moltó y Blas Zamora Parra.....	24
Los videos de contenido para la enseñanza en el aula invertida: consideración crítica y nuevo enfoque motivacional. Laura Carreras y Cristina Barris	30
Building Information Modeling (BIM) en el aprendizaje de la asignatura de Proyectos Técnicos. Gabriel Horrach, Susana Hormigos-Jiménez, Juan Muñoz, Cristian Carmona y Francesc Masdeu	36
Lightboard MechLab: Diseño, construcción y uso docente. Rafael Castro-Triguero, Rafael R. Sola-Guirado, Fabiano Tavares y David Bullejos.....	42
Blending learning como metodología docente para el desarrollo de la competencia transversal: “Aplicación y pensamiento práctico”. Silvia Martínez-Llorens, Cristina Casto-Rebollo, Eugenio Martínez-Paredes, José S.Vicente, Francisco Marco- Jiménez y David S. Peñaranda.....	48
Prácticas en Ingeniería de Vehículos: Programación en MATLAB del procesado de datos experimentales en ensayos de neumáticos. Javier Pérez Fernández, Manuel Alcázar Vargas, Ignacio Sánchez Andrades, Enrique Carabias Acosta y Juan J. Castillo Aguilar	54
Implantación de la “flipped classroom” en la asignatura de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos de un Grado Bilingüe. Celia Miguel González, Katia M ^a Argüelles Díaz, Mónica Galdo Vega, Adrián Pandal Blanco, Raúl Barrio Perotti, Alberto Menéndez Blanco, Jesús M. Fernández Oro, Manuel García Díaz y José González Pérez	60
Towards skill-based evaluation in a hybrid learning context: an experience in Aircraft Maintenance. M. Carreres, R. Navarro, A. Tiseira y J. Gomez-Soriano	66
Impulso de la competencia instrumental en el Grado de Gestión y Administración Pública. Consuelo Calafat Marzala, Virginia Vega Carrero, Maria del Mar Marín Sánchez y Javier Ribal Sanchis.....	72

Una propuesta de práctica informática: aritmética modular y encriptación de imágenes. Fernando Giménez Palomares y Juan Antonio Monsoriu Serrá	77
Jugando y aprendiendo con péndulos y muelles. Fernando Giménez Palomares y Juan Antonio Monsoriu Serrá.....	83
Espacios para el Aprendizaje por Retos como herramienta de desarrollo competencial en titulaciones universitarias (Hiperaulas). José Luis Canito Lobo, Diego Carmona Fernández, Juan Pablo Carrasco Amador y Alfonso Carlos Marcos Romero	89
Incorporación de la industria 4.0 y de la robótica colaborativa en la formación universitaria. Miguel Angel Mariscal, Susana García, Sergio Ortiz y Eva María López	95
Mejora de las asignaturas relativas a prevención de riesgos laborales con la introducción de la robótica colaborativa. Miguel Angel Mariscal, Susana García, Sergio Ortiz y Eva María López.....	101
El uso de la simulación dinámica para promover las competencias transversales en asignaturas de ingeniería mecánica. J.L. Suñer Martínez, J. Carballeira.....	107
Synchronous and asynchronous tools in online teaching and assessment: Evaluation of impact on assessment results for subject Thermal Renewable Energies of the Degree in Energy Engineering at UPV during 2019-2021. David Alfonso-Solar, Carlos Vargas-Salgado, Dácil Díaz-Bello y Jesús Águila-León.....	113
Una experiencia en Industria 4.0 en los grados del ámbito de la Ingeniería Industrial y la Ingeniería Civil de la ETSI de Algeciras. M. Inmaculada Rodríguez-García, Javier González-Enrique, Juan Jesús Ruiz Aguilar e Ignacio J. Turias Domínguez	119
Nuevo enfoque para el TFG basado en competencias digitales: una experiencia en Ingeniería Civil. M. Inmaculada Rodríguez-García, Javier González-Enrique, Juan Jesús Ruiz Aguilar e Ignacio J. Turias Domínguez	125
Caracterización de lentes multifocales mediante un laboratorio virtual basado en la óptica de Fourier. Vicente Ferrando, Diego Montagud-Martínez, Laura Remón, Walter D. Furlan y Juan A. Monsoriu.....	131
Aprendizaje de conceptos de Localización de Instalaciones a través de un juego de fuga. Beatriz Andrés, Francisca Sempere y Rocío de la Torre.....	137
Aprendizaje de producción mediante la aplicación de la simulación. Aitor Ruiz de la Torre, Rosa Maria Rio Belver y Javier Fernandez Aguirrebeña.....	143
Aprendizaje basado en juegos con elementos de rol empleando RPG Maker MZ. Alicia Herrero-Debón, Dolors Roselló-Ferragud, Santiago Moll-López, José Antonio Morano-Fernández, Marta Morano-Ataz, Adolfo Nuñez-Pérez, Sara Sánchez-López, Luis Manuel Sánchez-Ruiz y Erika Vega-Fleitas.....	149

Favoreciendo las emociones positivas en el entorno de aprendizaje mediante escape rooms educativas. Vanesa Paula Cuenca-Gotor, Alicia Herrero-Debón, Dolors Roselló-Ferragud, Santiago Moll-López, Juan Antonio Monsoriu-Serra, José Antonio Moraño-Fernández, Marta Moraño-Ataz, Luis Manuel Sánchez-Ruiz y Erika Vega-Fleitas	155
Laboratorios virtuales como herramienta docente aplicada a prácticas de Microscopía Óptica y Ensayos de Dureza. M ^a Ángeles Castro Sastre, Sara Giganto Fernández, Pablo Rodríguez González, Susana Martínez Pellitero y María Inmaculada González Alonso	161
Los sensores de los dispositivos móviles: una herramienta innovadora en la enseñanza de las ciencias físicas. Martín Monteiro, Cecilia Stari y Arturo C. Martí .	167
La Materialidad Digital en el Proyecto de Diseño: la Fabricación Digital como Campo de Experimentación. Mónica Val Fiel.....	173
Aplicación de la Fabricación Aditiva como herramienta de apoyo a la docencia en ciencia y tecnología de materiales. Jorge Ayllón, Álvaro Rodríguez-Prieto, Amabel García Domínguez, Juan Claver, José Manuel Romero, Francisca G. Caballero, Juan José de Damborenea, Iñaki García, Carlos Capdevila y Ana María Camacho	179
Uso de la plataforma Kahoot en las clases prácticas de asignaturas de ingeniería. M.A. Selles, S. Montava-Jorda, S. Sánchez-Caballero, M.A. Peydró-Rasero, F. Parres-García y E. Pérez-Bernabeu	185
Aplicación del Diseño de Experimentos para la mejora de un prototipo de planeador en un Proyecto de Innovación Docente en el Grado en Ingeniería Aeroespacial. Francisca Sempere-Ferre, Óscar Trull, José Manuel Soler Torró, Joaquín Martínez-Minaya y Nieves Martínez-Alzamora	190
Utilización de la gamificación en asignaturas prácticas del grado de ingeniería mecánica. S. Montava-Jordaa, M.A. Sellesa, S. Sanchez-Caballeroa, M.A. Peydro-Raseroa y F. Parres-Garcia	196
Coordinación vertical entre las asignaturas de Ciencia de Materiales e Ingeniería de Fabricación impartidas en cursos sucesivos en el grado en Ingeniería Mecánica. A. I. Fernández-Abia, M. A. Castro-Sastre, J. Barreiro y P. Rodríguez-Mateos.....	202
Docencia colaborativa internacional de ingeniería con Aprendizaje Basado en Proyectos. Ángela Barrera Puerto y Rafael Seiz Ortiz	208
Caracterización acústica del frenado magnético con un smartphone. Camila F. Marín-Sepúlveda, Ives Torriente-García, Juan C. Castro-Palacio, Isabel Salinas y Juan A. Monsoriu	214

Análisis de las video-clases como recurso en la docencia de contenidos de fabricación aditiva. Amabel García Domínguez, Jorge Ayllón, Álvaro Rodríguez-Prieto, Iñaki García-Diego, Carlos Capdevila, Ana María Camacho y Juan Claver ...	220
El aprendizaje de inglés a través de la clase inversa con un curso online y debate. Ana Gimeno Sanz	226
Fabricación Aditiva como herramienta integradora de competencias. J.A. García-Manrique, C. Gascón, y P. Castelló.....	232
2. Transformación Social	238
Sesión Plenaria a cargo de Ignacio Mártel de la Plaza	239
Investigación en las competencias y temáticas de Trabajos Fin de Grado en Ingeniería Naval. Pablo Romero Tello, Jerónimo A. Esteve Pérez, Carlos A. Mascaraque Ramírez y José Enrique Gutiérrez Romero	240
Metodología de aprendizaje basado en problemas para la innovación docente en estudios de Bioingeniería. Santiago Ruiz-Martínez, Joan San, y Teresa Puig	245
Una experiencia para introducir la competencia de Planificación y Gestión del Tiempo en un grado de ingeniería. Juan P. Peña Martín, Carmen García Berdonés, M ^a del Carmen Doblas Navarro, Ana M ^a Cáceres Cansino, Fernando Heredia-Sánchez y Davinia Trujillo Aguilera.....	251
Programa de Mentoría universitario: buscando educación de calidad. Ana Isabel Tarrero Fernández, Marisa Fernando Velázquez y Esperanza Alarcía Estévez.....	257
Análisis de la formación en ODS en la titulación de Máster Universitario en Ingeniería Industrial de la ETSII de la Universitat Politècnica de València. Gabriela Bracho, Xavier Blasco, Juan Dols, Julien Maheut, Modesto Pérez-Sánchez, Amparo Ribes-Greus, Francisco Rubio, José F. Villanueva, María Sancho y Ángel Ortiz	263
Análisis de la formación en ODS en la titulación de GITI de la ETSII de la Universitat Politècnica de València. A.M. Pedrosa, J.L. Díez, E. Klyatskina, S. Bernal-Pérez, A. Bayón, J. Giner-Navarro, A. López-Jimenez, M. Sancho, J.F. Villanueva y A. Ortiz ..	269
Estudiantes Flip-active en Expresión Gráfica. Resultados de una primera experiencia de combinación Flipped classroom-OCW. I. Herrero a, J. López, M. Iturrondobeitia, P. Jimbert y U. Llano	275
Métodos cuantitativos para estudiar la carga de trabajo de los estudiantes. Luisberis Velazquez Abad, Boris Atenas Nuñez, y Juan Carlos Castro Palacio	281
Colaboración entre PAS y PDI para el desarrollo de competencias genéricas: primeros resultados y lecciones aprendidas. M ^a del Carmen Doblas Navarro, Ana M ^a Cáceres Cansino, Fernando Heredia-Sánchez, Juan P. Peña Martín, Carmen García Berdonés y Davinia Trujillo Aguilera.....	285

Diagnóstico y propuesta de mejora en las habilidades comunicativas (expresión oral y escrita) del alumnado de ingeniería. Vanessa Garcia-Marina, Saioa Etxebarria, María José Arévalo, María Asun Cantera, Marian Alves-Castro, Sergio Monforte, Patxi García de Amezaga y Joseba Mirena Ortiz de Villalba	291
Investigación en el Diseño de información de Paisajes Patrimoniales. Talleres y tutorías grupales para el desarrollo de Trabajos Fin de Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto. Nieves Fernández Villalobos, Sagrario Fernández Raga y Carlos Rodríguez Fernández.....	297
Game Based Learning: diseño de un juego colaborativo para la asignatura de Estética e Historia del Diseño. Nieves Fernández Villalobos, Silvia Cebrián Renedo y Sagrario Fernández Raga	303
Preferencias y dificultad percibida de los estudiantes: desarrollo de metodologías activas para la mejora del entorno de aprendizaje. Lourdes Canós-Darós y Vicenta Eloina García Félix	309
Factores motivadores para los estudiantes universitarios. Lourdes Canós Darós, Sofía Estellés Miguel y Ester Guijarro.....	315
Hibridaciones artísticas de Ingeniería y Filosofía en la Universidad de Oviedo. Beatriz Rayón Viña, María José Miranda Suárez, Pablo Revuelta Sanz, Natalia Fernández Jimeno, Enrique Álvarez Villanueva, Carla García Cárdenas, Jorge Coque Martínez, Marta Isabel González García, Ramón Rubio García y José Antonio Gallego Casero.....	321
Sistema de gestión para la coordinación de las titulaciones de la ETSI en la Universidad de Huelva. Raúl Jiménez Naharro, Rubén Fernández de Villarán San Juan, Laura Galván González, Francisco Alfredo Márquez Hernández, Salvador Pérez Litrán, Francisco Javier Ruiz Rodríguez, María Santisteban Fernández y Miguel Ángel Vélez Vélez	325
La Evaluación como Herramienta para Determinar el Impacto del Aprendizaje Basado en Problemas en el Proceso de Aprendizaje. Manuel Pérez, María Dolores Reyes y Andrea Querol.....	331
La contribución de la metodología Aprendizaje en Acción a la ampliación de capacidades del alumnado del Máster en Cooperación al Desarrollo por la UPV. Carlos Delgado Caro, Carola Calabuig Tormo y Álvaro Fernández-Baldor.....	337
Proyecto educativo DYOR: Do Your Own Robot. Leopoldo Armesto Ángel y Eugenio Ivorra Martínez	343
Universidad y Objetivos de Desarrollo Sostenible: el proyecto EDIBO como ejemplo de Responsabilidad Social Universitaria sostenible. Olga Ampuero-Canellas, Jimena González-del-Río, Begoña Sáiz Mauleón y Nereida Tarazona-Belenguer.....	349
LEGOFAB_fabricando juguetes en el aula. Pablo E. Romero, Esther Molero, Óscar Rodríguez-Alabanda y Guillermo Guerrero-Vacas.....	355

Project-based vs problem-based learning (PBL vs pBL) para la mejora de competencias en Ingeniería de Fabricación. Óscar Rodríguez-Alabanda, Pablo E. Romero, Esther Molero y Guillermo Guerrero-Vacas	361
Implantación del Máster Universitario en Ingeniería en Movilidad Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València. Paula Bastida-Molina, Rubén Puche-Panadero y Elías Hurtado-Pérez	367
Metodología de diseño de prácticas de laboratorio para acercar la investigación a estudiantes de máster. Yago Rivera, Paula Bastida-Molina, María Pilar Molina Palomares y Elías Hurtado-Pérez	373
Docencia inversa y trabajo colaborativo en la enseñanza práctica de Máquinas Eléctricas. Paula Bastida-Molina, Yago Rivera, María Pilar Molina Palomares y Elías Hurtado-Pérez.....	379
RuralLife4Good. Intraemprendimiento estudiantil como estrategia para la innovación social y educativa. Irene Badía Madrigal, Rita Julia Górriz Salanova, Inés Mondragón Pons, Victoria Olcina Marcos, Pedro Sáez Martínez, Pablo Tortosa Juanes, Guillem García Martín, María Cos Aznar y Begoña Sáiz Mauleón	385
Aprendizaje Basado en Proyectos en asignaturas de Física: aplicación en el Grado en Ingeniería Eléctrica de la UPV. Isabel Salinas Marín, Marcos H. Giménez Valentín, Vanesa Paula Cuenca-Gotor, Juan Ángel Sans-Tresserras, Vicente Ferrando-Martín, Santiago Emmanuel Moll-López, José Antonio Moraño-Fernández, Juan Carlos Castro-Palacio y Juan Antonio Monsoriu-Serra	391
Experiencias relativas a la puesta en marcha del Máster en Ingeniería Industrial en la Escuela Politécnica Superior de Córdoba (EPSC). Pablo E. Romero, Rafael Castro-Triguero, Esther Molero y Rafael R. Sola-Guirado.....	397
Evaluación de competencias transversales a través del aprendizaje basado en retos. Andrea Querol Vives, Manuel Pérez Garnes y M.D. Reyes Tolosa	403
La I Olimpiada de Ingenierías Industriales del Principado de Asturias. Juan Carlos Campo, Inés Suárez Ramón, Andrés Meana, Alfonso Lozano Martínez-Luengas, Juan Manuel González-Caballín Sánchez, Juan Carlos Ríos Fernández, Laura Calzada Infante, Francisco Fernández Linera, Antonio J. Calleja Rodríguez, Víctor M. González Suárez, Matías Álvarez Rodríguez, Naiara Ruiz García, Roberto Martínez Pérez, Mar Alonso Martínez, Lucía Díaz Conejero, Luis Manso Ibaseta, M ^a Ángeles García García e Islam El Sayed	409
Solving power flow problems through the Gauss-Seidel method using Microsoft Excel. Case applied to the course on Generation, Transmission, and Distribution of Electric Power. Carlos Vargas-Salgado, Manuel Alcázar-Ortega, David Alfonso-Solar y Elías Hurtado-Pérez	415
La réplica del Girls' Day alemán en Gijón como una iniciativa para atraer talento. Juan Carlos Campo, Inés Suárez Ramón, Francisco M. Fernández Linera, Julio Molleda Meré, Isabel Iglesias Santamarina, Antonio J. Calleja Rodríguez, Víctor M.	

González Suárez, Juan José Palacios Alonso, Susana Loredo Rodríguez y Juan José del Coz Díaz.....	421
La aplicación de metodologías y pensamiento de diseño en la creación e implementación de una nueva asignatura. La importancia de la empatía en la creación de nuevos contenidos docentes. Kiko Gaspar Quevedo y Miguel Abarca Fernández	427
Prácticas en empresa en Laboratorios de Fabricación Digital (FabLabs): su influencia en los alumnos. Cristina Moreno-Díaz, Cristina Alía, Rosa Ocaña, Francisco Santos y Fernando Gómez	433
Sistema para ajustar la medición del tiempo de respuesta de los alumnos cuando se utilizan dispositivos táctiles. Miguel A. Mateo Pla, Lenin G. Lemús Zúñiga, Olga Ampuero-Canellas y José Miguel Montañana.....	439
Proyecto PIME para la certificación de competencias digitales en hoja de cálculo y software estadístico en la titulación de Grado en ADE. Eva Vallada, Ana Debón, Javier Ribal, Vicente Chirivella, Roberto Cervelló, Consuelo Calafat, M ^a del Mar Marín, Eugenia Babiloni, Amparo Baviera y Hanna Skorczynska.....	445
Propuesta de Metodología de Diseño dentro del Marco Emocional del Diseño de Producto. Miriam Espurz Pirla y Adelina Bolta Escolano	451
Diseño de Convertidores DC/DC bajo metodología ABP. Luis D. Sánchez, Juanjo Cabezas, Eduardo Roses y Antonio Ortega	457
Estudiantes con Discapacidad y Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE) en la ETSIDI-UPM. Isabel Carrillo, Oscar Santos-Sopena, Irene Panea y María Luisa Francisco.....	463
Análisis comparativo de resultados de aprendizaje en el contexto de la pandemia: docencia presencial prepandemia versus docencia remota/híbrida en clases de ingeniería. Miguel Ardid, Salva Ardid y Alicia Herrero	469
Propuestas metodológicas en torno a proyectos ApS de Arte+Ciencia y STEAM. Oscar Santos-Sopena, Isabel Carrillo, Roque Calvo e Irene Panea	475
Los cobots como recurso educativo para desarrollar las competencias del alumnado de ingeniería en el ámbito universitario del Siglo XXI. Propuesta didáctica basada en el aprendizaje experiencial de Kolb. Eva María López, Susana García, Sergio Ortiz y Miguel Ángel Mariscal.....	481
Microdebates: Una metodología activa con trasfondo social para desarrollar pensamiento crítico en estudiantes de ingenierías industriales. El caso de la globalización versus localización en la producción. María José Cano Iglesias, María Jesús Martín Sánchez, Francisco de Sales Martín Fernández y Antonio Joaquín Franco Mariscal.....	487
Acciones educativas para motivar a alumnos con perfil electrónico en una asignatura de perfil químico como Sensores y Biosensores. Andrea Bernardos Bau,	

Patricia Noguera Murray, Vicente Martí Centelles, Susana Querol Magdalena, Enrique Rico Inglada, Patricia Esteve Ciudad y Nuria Pastor Navarro	492
Concurso de iluminación ornamental y artística de edificios: caso de éxito de enseñanza en Ingeniería basada en proyectos. Fco. Ramón Lara Raya, José Zamora Salido, Juan Cantizani Oliva, Eduardo Ruiz Vela, Fco. Javier Jiménez Romero y José Ramón González Jiménez.....	498
Proyecto colaborativo ESSENS: Desarrollo de un dispositivo funcional adaptable a personas con trastornos del neurodesarrollo. Eduardo Roses, Juanjo Cabezas, Luis D. Sánchez y Antonio Ortega.....	504
Las Prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño y laCOVID-19. Suitberto Cabrera García, Elena Grimalt Navarro, Abel Cabrera Martínez, Pedro Yuste Pérez y Juan Antonio Monsoriu Serra.....	510
Desarrollando competencias transversales en la materia Audiencia digital y visualización de datos en el Máster Universitario en Social Media y Comunicación Corporativa. Ángeles Calduch-Losa y Jorge Serrano-Cobos	515
Análisis del plan de estudios del Grado de Energía, de la ETS de Ingenieros Industriales de la UNED, y propuesta para su obtención con atribuciones profesionales. A. Larrañaga Pastor, C. González Gaya y C. Lama Burgos.....	519
La Cátedra Torrecid como herramienta para el desarrollo del talento. Javier Gasch Saborit, José Enrique Clar Palomares, Jennifer Viedma Marín, Esperanza M. Garcia-Castello, María Isabel Iborra-Clar, Inmaculada Garrudo Antona y Pedro Fuentes Durá.....	525
Cátedra Istobal de Innovación Abierta como ejemplo de engagement. Yun Kwan, Marcos Rozas, Vicente Egea y Pedro Fuentes-Durá.....	531
Modelo basado en el aprendizaje por retos para la mejora del desempeño competencial. Diego Carmona-Fernández, Diego Rodríguez-Méndez, José Luis Canito-Lobo y Francisco Quintana-Gragera	537
Cátedra Stadler Rail Valencia SAU. Sergio Hoyas Calvo, Marina Puyuelo Cazorla, Santiago Escobar Román y José Alhambra.....	543
Cátedra IDC Innovación, Diseño e Interculturalidad. Gabriel Songel y Pedro Fuentes-Durá	544

3. Transformación Sostenible.....	546
Sesión Plenaria a cargo de Jordi Alberola Albors	547
El diseño como herramienta de formación en sostenibilidad: el caso de Chile. Cristóbal Felipe Moreno Muñoz y Marina Puyuelo Cazorla	548
Evolución de los Trabajos Finales de Grado en Ingeniería vinculados a Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). M.D.Reyes Tolosa, Andrea Querol Vives y Manuel Pérez Garnes.....	554
La Importancia de la Sostenibilidad en la Enseñanza de los Transformadores de Distribución. Elisa Peñalvo López, Vicente León Martínez, Joaquín Montañana Romeu e Iván Valencia Salazar.....	560
El portafolio como herramienta para la integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en asignaturas del Área de Máquinas y Motores Térmicos. Pedro Piqueras, Joaquín de la Morena, Pau Bares y Enrique José Sanchis.....	564
Vehículo Experimental Eléctrico en la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Ángeles Carrasco García, José Tejero Manzanares, Julio Alberto López Gómez, Xiaoxin Zhang, Raquel Jurado Merchán, Elena Beamud González, José Manuel de la Cruz Gómez, Eduardo Palomares Novalbos y Francisco Mata Cabrera	570
Experiencia piloto en la evaluación de competencias sociales en diseño sostenible. Irene Martín Rubio, Elcio Mendonça Tachizawa y Thais Rangel	576
Historia de la Ciencia y la Tecnología en los grados de Ingeniería de la E.T.S. de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València. Juan Ángel Sans Tresserras y Francisco Javier Manjón Herrera	582
El diseño inclusivo como área de formación para la innovación de productos y servicios. Marina Puyuelo, M Ángeles Rodrigo y Lola Merino.....	588



TRANSFORMACIÓN DIGITAL

SESIÓN PLENARIA

Juan Ignacio Torregrosa López

Soy Director General para el Avance de la Sociedad Digital en la Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital de la Generalitat Valenciana desde mayo de 2021.

En situación de servicios especiales como Profesor en Tecnología Ambiental, en el Grado en Ingeniería Química, y en Ingeniería Ambiental, en el Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística, así como Director del Diploma en Simulación de Procesos Ambientales y Químicos (SiPAQ) de la Universitat Politècnica de València.

Doctor en Ciencias Químicas por la Universitat Politècnica de València (UPV) en 1995, soy profesor e investigador en la Universitat Politècnica de València (UPV) desde 2000. Pertenezco al Departamento de Ingeniería Química y Nuclear de la UPV y al Instituto de Investigación de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental (ISIRYM).

Mis investigaciones se extienden sobre Tratamiento de Aguas y Análisis del Ciclo de Vida.

He realizado estancias en diversos centros educativos universitarios fuera de España como en la Universidad Católica Boliviana 'San Pablo', la Hamk University de Finlandia o la Colorado School of Mines de Estados Unidos.

He sido miembro del equipo de dirección de la Escuela Politécnica Superior de Alcoy (EPSA-UPV) desde 2007 a 2020 y ocupé el cargo de Director de la misma desde abril de 2015 hasta diciembre de 2020.

RESUMEN SESIÓN PLENARIA

Los grandes retos ante los que nos enfrentamos en la actualidad tienen que ver fundamentalmente con la crisis energética, el impacto ambiental y, en especial el cambio climático, y los reequilibrios geoestratégicos derivados del ascenso del peso de Asia en la economía y la política internacional. Frente a esos retos, Europa está haciendo un gran esfuerzo por ser independiente energéticamente mediante fuentes energéticas que reduzcan el carbono de su economía e impulsando el modelo de democracia europeo en el resto del mundo. La crisis provocada por la pandemia no ha hecho más que acelerar los problemas y, por tanto, las políticas de respuesta de la UE. Entre estas políticas, como instrumento transversal, se ha decidido que la digitalización debe cobrar una centralidad en la respuesta europea a los desafíos como nunca antes había tenido. Esta digitalización contempla fuertes inversiones en crear un modelo económico basado en los datos, la apuesta por las infraestructuras de las telecomunicaciones y las tecnologías habilitadoras, la digitalización de la administración y la formación en competencias digitales de la población, todo ello sin provocar nuevas brechas sociales ni contribuir con ello a un incremento de la presión sobre el medio ambiente. Analizar estos retos y cómo la digitalización puede contribuir a impulsar a la UE, España y la Comunidad Valenciana, merecen una reflexión que contribuya de paso a contextualizar el papel que la universidad juega en ello.

Blog PUMA. Del aula a la red. Una experiencia de 7 años

Borja López del Campo ^a, Rosa M^a Arce Ruiz ^b y Ana Belén Berrocal Menárguez ^c

^a Universidad Politécnica de Madrid. Centro de Investigación del Transporte (*TRANSyT*);
borja.lidcampo@upm.es.

^b Universidad Politécnica de Madrid. Centro de Investigación del Transporte (*TRANSyT*);
rosa.arce.ruiz@upm.es.

^c Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Ingeniería Civil: Transportes y Territorio;
anabelen.berrocal@upm.es.

Abstract

PUMA blog emerged in 2015 as an initiative for students of the School of Civil Engineering to reflect on what has been built in recent years from a point of view of social, economic, and environmental sustainability. In addition, to give visibility, to whoever wishes, of the work done or proposals to improve others by the students of the School of Civil Engineering.

Keywords: blog, heritage, urbanism, environment.

Resumen

El blog PUMA surge en 2015 como una iniciativa para que los alumnos de la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos lleven a cabo un proceso de reflexión acerca de lo construido en los últimos años desde un punto de vista de la sostenibilidad tanto social, económica como ambiental. Además, de dar visibilidad, a quien lo desee, de los trabajos realizados o propuestas a mejorar otros por parte de los alumnos de la Escuela.

Palabras clave: blog, patrimonio, urbanismo, medio ambiente.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En la actualidad, en un mundo cada vez más interconectado, la Educación Superior también se está transformando, aprovechando las nuevas tecnologías para mejorarla y adaptarse a las nuevas necesidades y costumbres. Los cambios en la metodología tienden a dar más protagonismo a los alumnos y alumnas en el aprendizaje y se buscan nuevas herramientas para su formación técnica y en capacidades transversales. (Galán, 2013)

Ante la necesidad de realizar un nuevo cambio en los modelos de aprendizaje, surgen diferentes propuestas para desarrollo de nuevas sinergias que susciten nuevas formas de aprendizaje (Benito et al., 2005), y las herramientas interactivas se hacen cada vez más presentes en los nuevos programas educativos (Reyes, Gálvez, 2010). Uno de estos proyectos que interconectan diversas fuentes de conocimiento y pretenden varios objetivos con respecto a la formación de los participantes es el Proyecto **Blog PUMA: del aula a la Red**¹; creado en 2015, gracias al Grupo de Innovación Educativa Patrimonio Territorio y Medio Ambiente.

En *PUMA* (acrónimo de Patrimonio, Urbanismo y Medio Ambiente) se pretende incentivar que los alumnos de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de

¹ <https://blogs.upm.es/puma/>

Madrid sean capaces de realizar una reflexión crítica sobre lo construido, sustentada en los principios de sostenibilidad social, económica y ambiental y, con ello, propiciar el conocer, investigar y reflexionar libremente sobre las implicaciones territoriales, sociales y económicas de las obras de ingeniería. El blog es la herramienta para ese objetivo, y tiene como vocación, además de su objetivo formativo, convertirse en un verdadero espacio de reflexión y, a la vez, de divulgación de conocimiento desde importantes disciplinas conectadas indisolublemente con la ingeniería, como son Territorio, Urbanismo, Medio Ambiente y Patrimonio.

La página web en la que reside el blog está publicada en los servicios de blogs de la propia Universidad Politécnica, y en ella puede apreciarse el resultado de este proyecto de innovación educativa, en términos de reflexión por parte de los alumnos sobre las diferentes acciones sobre el territorio y el urbanismo, el medio ambiente y el patrimonio mediante una argumentación sólida y bien fundamentada.

En este documento se realiza un análisis desde la creación del blog, en 2015, a modo de prediagnóstico del resultado de la experiencia en términos formativos y de motivación de los alumnos. Está prevista una investigación en mayor profundidad utilizando una encuesta específica. Hay que tener en cuenta que ha sido una actividad voluntaria para los/as alumnos/as de tres asignaturas de la Escuela: *Ingeniería y Medio Ambiente* (3er curso del Grado de Ingeniería Civil y Territorial), *Ingeniería y Territorio* (Máster habilitante de Ingeniería de Caminos) y de *Ordenación del Territorio* (Máster en Sistemas de Ingeniería Civil). Los temas, aunque supervisados para que se integren en la temática del blog, han sido libremente elegidos y desarrollados por los/as participantes. El incentivo, un punto adicional a la nota final obtenida mediante la evaluación normal del curso.

En el Blog, los posts publicados se pueden agrupar en las siguientes categorías: Medio Ambiente, Urbanismo, Infraestructuras, y Patrimonio. En la primera categoría se incluyen posts relacionados con impacto ambiental, desastres ambientales, medidas de protección medioambiental o materias relacionadas con la Ordenación del Territorio. En la segunda, se aglutinan textos de desarrollo urbanístico, servicios urbanos, sostenibilidad urbana, de análisis urbanístico y de movilidad. En el apartado de infraestructuras, los temas tratados se relacionan con construcciones (puentes, presas, pantanos, carreteras, edificaciones de todo tipo, entre otros). Y, por último, en patrimonio, se realiza un análisis de la situación de algunos elementos o infraestructuras históricos que han servido para la mejora del país o han sido una idea innovadora en su momento y las diferentes actuaciones de restauración que podrían ser llevado a cabo sobre ellos.

FASES Y DESARROLLO DEL PROYECTO

En un primer momento, se exponen a los alumnos los objetivos del blog. Una vez conocido el proyecto, los alumnos eligen las ideas a desarrollar en relación a lo propuesto. Si se quiere participar, pero no existen ideas propias, son los profesores los que orientan acerca de qué temática pueden abordar. Este proyecto tiene la duración del año académico, bajo la ayuda y supervisión de los profesores. Los/as participantes elaboran un pequeño documento y lo resumen en las 1000 palabras, como máximo, que permite el blog. El tema puede ser reflejar una buena práctica, una buena solución o una mala, siempre razonadamente evaluada.

La idea principal del desarrollo de este proceso es la evaluación de la capacidad que tiene el alumnado de la Universidad Politécnica de llevar a cabo un proyecto, tal y como se encontrarán en la vida una vez finalizada su formación académica, así como posicionarse como un/a profesional con opinión argumentada y realizar un análisis crítico de profundo calado social.

Una vez finalizado el trabajo, y aprobado por parte del profesorado, se envía para la publicación en el blog. El artículo será en castellano y en lengua inglesa; y no más de 1000 palabras.

RESULTADOS

Desde su creación, y durante estos 7 años de existencia, se han recogido un total de 323 artículos: 185 en castellano, y 138 en lengua inglesa. Éstos a su vez, se dividen, como mencionamos anteriormente, en varias ramas de conocimiento: medio ambiente, urbanismo, infraestructuras, patrimonio; y un apartado denominado “otros” en el que se recogen análisis difíciles de calificar con respecto a las ramas de la ingeniería.

Centrándonos en los artículos en castellano, observamos que el tema más atractivo es el urbanismo (57), seguido del medio ambiente (50) y muy cerca de las infraestructuras (48). En cambio, muy lejos aparecen aquellos con patrimonio (16), y otras categorías sin definir (6).

Dentro de cada una de las ramas citadas anteriormente existen, también, temas más atractivos. Empezando por el primer tema, el Medio Ambiente. Los artículos que mayor atracción parecen tener frente a los alumnos son aquellos relacionados con el Impacto Ambiental (un total de 25) frente al resto de temas que son poco atractivos para los alumnos. En cuanto al resto de las categorías temáticas tratadas en el Blog, existe un reparto mucho más equitativo en la elección de los temas elegidos para realizar la aportación. (ver Figura 1)

En materia de urbanismo, existe una homogeneidad en los temas tratados. En este apartado se realiza un análisis de medidas relacionadas con el desarrollo urbanístico y el análisis urbanístico (ambas cuentan con 15 artículos); la movilidad (tanto normativas como planes o acciones derivadas de ella; existiendo 10 entradas registradas); seguida de aspectos relacionados con la sostenibilidad urbana tanto a nivel nacional como internacional (9 artículos) y diferentes temas relacionadas con los servicios urbanos (8). (ver Figura 2)

Sobre el tema de infraestructuras, referente de la carrera de *Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos*, aparecen los puentes (11); presas, embalses y pantanos (9); carreteras (4) y edificaciones (10). También existe otro apartado en el que se aglutinan artículos en referencia a otras infraestructuras (14), como pueden ser las transformaciones sobre el espacio que provocan la construcción o simplemente los alumnos hacen referencia a construcciones que se les han resultado chocantes o llamativas. (Figura 3)

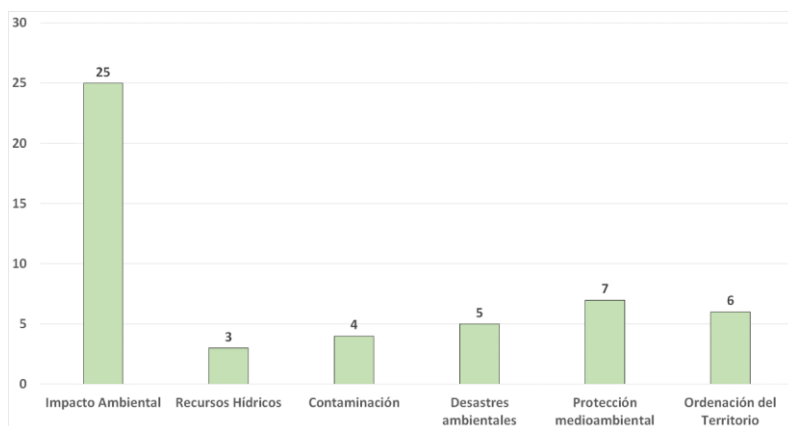


Fig. 1. Número de entradas en el Blog PUMA en la rama de Medioambiente. Fuente: Elaboración propia.

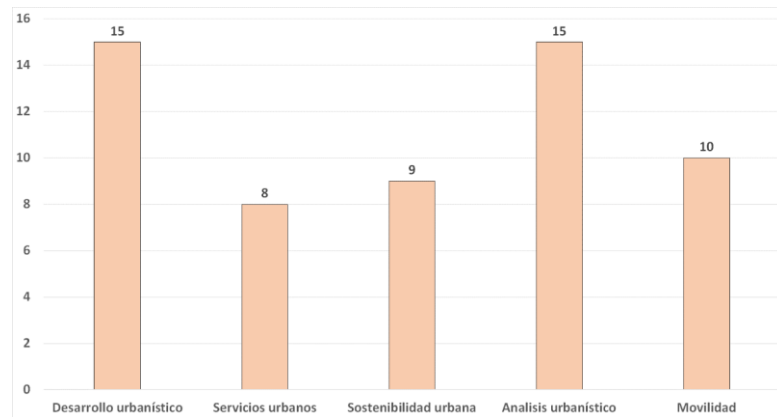


Fig. 2. Número de entradas en el Blog PUMA en la rama de Urbanismo. Fuente: Elaboración propia.

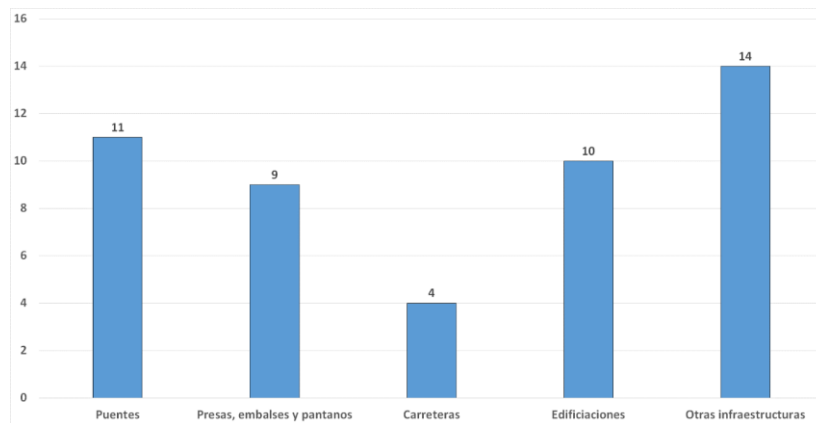


Fig. 3. Número de entradas en el Blog PUMA en la rama de Infraestructuras. Fuente: Elaboración propia

Por último, en el apartado relacionado con el patrimonio; apenas existen 3 subcategorías: elementos históricos (11 artículos), restauraciones (5) y otros elementos patrimoniales (1). En el primero de ellos, los alumnos realizan un análisis descriptivo de algunas de las construcciones anteriores al siglo XXI desde un punto de vista medioambiental y técnico. En el segundo, como su nombre indica, se lleva a cabo una descripción de diferentes procesos de restauración o rehabilitación realizados y también algunos alumnos proponen actuaciones a desarrollar.

Hay que mencionar que, la gran mayoría de los posts publicados en inglés son las traducciones a esa lengua de los publicados en español, por lo que no aparecen representados en las gráficas anteriores.

Desde su creación, en 2015, y a pesar de un buen número de alumnos han sido informados del proyecto (un mínimo de 300 alumnos cada año), el número de entradas es muy irregular a lo largo de este periodo. Existe años, donde se acumulan grandes cantidades de entradas, y otros años que apenas se registran. (ver Figura 4)

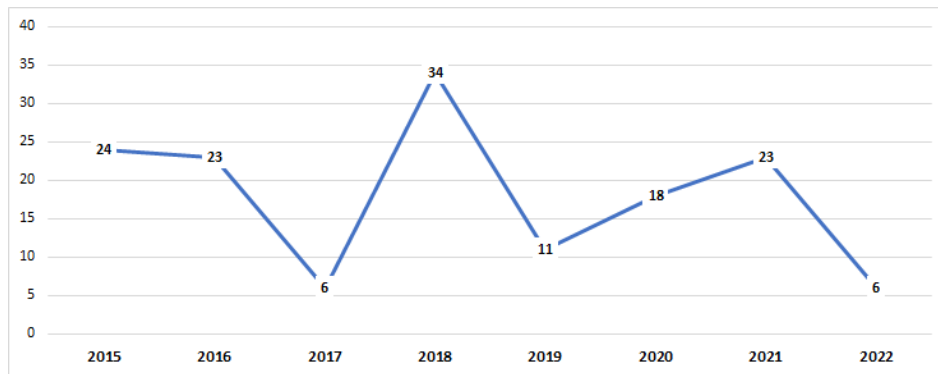


Fig. 4. Número de entradas en el Blog PUMA por año. Fuente: Elaboración propia

Todas estas publicaciones generan, a su vez, interacciones entre los diversos usuarios que emplean esta plataforma para relacionarse. Previamente, se ha tenido que hacer un cribado y una limpieza de comentarios basura, y se pueden contabilizar un total de 31 comentarios. Solamente aparecen comentarios en los artículos en lengua castellana. Si realizamos un análisis, vemos que apenas 12 publicaciones cuentan con aportaciones externas (6% de los artículos en castellano); y por rama de conocimiento observamos que la rama que más interacciones produce es la rama de infraestructuras seguido del urbanismo.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, puede considerarse que la motivación de los/as alumnos/as por la participación en este ejercicio de análisis no es elevada. La proporción del número de personas que participan es baja, no supera el 15% de las personas matriculadas en las asignaturas mencionadas.

Aunque no se ha realizado una encuesta, los comentarios personales aportados por los participantes en las asignaturas confluyen en que la carga lectiva a la que se enfrentan es muy elevada, ya que las asignaturas coinciden en semestres cargados de asignaturas exigentes en dedicación e importantes para su formación como ingenieros/as de caminos. Ello contribuye a la falta de motivación para emplear un tiempo del que dicen no disponer para realizar una tarea no obligatoria. Por otra parte, el punto adicional que se les ofrece en la calificación de las asignaturas no parece resultar suficiente, al menos para el/la alumno/a medio/a. Sí interesa a los/as alumnos/as cuyas calificaciones destacan en estas asignaturas, bien porque tienen un alto nivel medio, bien por su motivación hacia las mismas.

Esto abre posibilidades de investigación futura sobre cuáles serían los incentivos adecuados para una mayor participación, si fuera posible, siendo conscientes de que la temática no es el “núcleo duro” de la carrera y, por tanto, la motivación de partida es escasa.

Esta herramienta educativa, de carácter abierto, refleja, en cualquier caso, la excelencia de alumnos/as que destacan y que son capaces de aceptar la propuesta inicial, y realizar un esfuerzo adicional. Hay que decir que, aunque el número de aportaciones no es muy elevado, las publicaciones muestran la calidad de estos alumnos notables.

REFERENCIAS

- Benito, A.; Cruz, B. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria*. Madrid: Narcea.
- Bernabéu Larena, J.; Berrocal Menárguez, A.B.; Aguiló Alonso, M. (2012). *The construction of "Artifacts", physical handmade devices, as an educational method in civil engineering*. En INTED2012. pp. 6315-6322
- European Commission (2017). *Transforming higher education: how we teach in the digital age*. Working Groups on the Modernisation of Higher Education and Digital Skills and Competences, Malta.
- Fundación Telefónica (2017). *Guías de escuelas creativas. Menú de aprendizaje*. Ferrán Adriá. 2ª edición.
- Galán, A. (2013). *Incertidumbres y desafíos de la Universidad Española. Escenarios posibles a corto y medio plazo*. Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España.
- Reyes, E., Gálvez, J. C. (2010). *Experiencias Docentes en Innovación Educativa como Mejora de una Enseñanza Tradicional de los Materiales de Construcción*. Revista Formación Universitaria, Vol. 3(4), p 13-24. doi: 10.1612/form.univ.1047fu.10
- Santos, R. (2002). *Proyecto Docente*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Serrate, S. (2011). *Ruiz Román, C. Innovación educativa y nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje en el contexto universitario*. Revista Teoría de la Educación. Vol 23, nº 2, p 201.
- Universidad Politécnica de Madrid. (2008). *Aprendizaje cooperativo. Guías rápidas sobre nuevas metodologías*. Servicio de Innovación Educativa, Universidad Politécnica de Madrid.
- Universidad Politécnica de Madrid. (2008). *Método del caso. Guías rápidas sobre nuevas metodologías*. Servicio de Innovación Educativa, Universidad Politécnica de Madrid.

Uso de casos de prueba negativos para mejorar la evaluación en actividades basadas en laboratorios virtuales de programación

Pablo Carmona^a, Juan Álvaro Fernández^b y José Manuel Perea^c

^aEscuela de Ingenierías Industriales, UEx (pablo@unex.es), ^bEscuela de Ingenierías Industriales, UEx (jalvaraof@unex.es) y ^cFacultad de Ciencias, UEx (jmperea@unex.es).

Abstract

This work proposes the inclusion of negative test cases as a complement to the standard evaluation of virtual programming labs that only considers positive cases. This allows a better identification of foreseeable errors made by the student, improving the learning from her errors. Moreover, it is minimized the impact that the proposal may have on the interface both for the student when solving the activity and for the teacher when designing it.

Keywords: Automated evaluation, VPL activity, computer programming, Moodle platform.

Resumen

Este trabajo propone la inclusión de casos de prueba negativos como complemento a la evaluación estándar en laboratorios virtuales de programación que solo considera casos positivos. Esto permite una mejor identificación de los errores previsibles cometidos por el estudiante y mejora el aprendizaje a partir de sus errores. Además, se minimiza el impacto que la propuesta pueda suponer en la interfaz tanto del estudiante durante la realización de la actividad como del docente durante su diseño.

Palabras clave: Evaluación automática, actividad VPL, programación de ordenadores, Moodle.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El uso de la programación de ordenadores para resolver problemas permite evaluar las soluciones a partir de una batería de casos de entrada/salida, comparando para cada caso los resultados esperados con los obtenidos por la solución. Existen herramientas que automatizan esta evaluación, tales como *VPL - Virtual Programming Lab for Moodle*, *Mooshak* y *UVaOnlineJudge*, entre otras (Oliveira, 2020). Para una correcta evaluación, es fundamental que el diseño de la batería contemple el mayor número posible de alternativas.

Disponer de un mecanismo de evaluación automática permite avanzar hacia la virtualización de asignaturas que usan la programación, al ofrecer tanto un campo de entrenamiento para la autoevaluación del estudiante, como una herramienta de evaluación automática al docente.

En concreto, este trabajo se centra en la herramienta *VPL - Virtual Programming Lab for Moodle* (Rodríguez-del-Pino, 2012), una extensión desarrollada para la plataforma Moodle que ha permitido a los autores experimentar con este tipo de actividades en el marco de las acciones de innovación docente promovidas por la Universidad de Extremadura (GIDIC, 2022). Una encuesta realizada a los estudiantes participantes en dicha experiencia reveló que uno de los inconvenientes con el que se encontraron fue la dificultad para comprender los errores cometidos, al disponer de escasa o ninguna orientación por parte de la herramienta en cuanto al tipo de error de que se trataba en cada caso. Este hecho derivó a menudo en la frustración de los estudiantes, que abandonaban la actividad sin resolver el problema ni entender por qué su solución era errónea. Este trabajo surge como respuesta a este inconveniente.

Así, como continuación al proyecto de innovación docente mencionado, nos propusimos mejorar este aspecto integrando en el diseño de las actividades mecanismos que mejoraran la identificación de errores previsible y orientaran al estudiante para que, entendiendo el tipo de error cometido, pudiera dirigir sus esfuerzos en la dirección correcta.

METODOLOGÍA

Por defecto, la evaluación de una actividad en VPL muestra, para cada caso no superado, la entrada utilizada, la salida esperada y la salida proporcionada por la solución (incorrecta). Si bien este puede ser un mecanismo sencillo para facilitar que el estudiante identifique el origen de sus errores, su uso generalizado no es recomendable. Esto se debe a que una primera evaluación con un programa completamente ajeno al problema desvelará la batería de casos completa y, a partir de esa información, es sencillo programar una solución "correcta" sin resolverlo realmente: mediante estructuras condicionales se puede asociar a cada caso de entrada su salida esperada, dando lugar a una solución *ad-hoc* para la batería de casos usada.

Para evitar este tipo de soluciones poco lícitas, en la versión 3.3.0 de la herramienta se incluyó la posibilidad de sustituir la visualización de la entrada/salida de cada caso fallido por un mensaje de error. Ahora bien, aunque este mensaje permite ocultar la entrada/salida de los casos fallidos, la elección por parte del profesor de un mensaje genérico del tipo "Caso incorrecto" es a menudo la causante de quejas de los estudiantes, que demandan una adecuada justificación de cada evaluación errónea, al no disponer de la asistencia del docente.

Por tanto, un uso adecuado de esta opción requiere que cada caso permita identificar cuál de los errores previsible se ha cometido, para ofrecer al estudiante un mensaje que lo oriente hacia su error sin conocer el caso de prueba que lo provocó. Sin embargo, la identificación de tales errores es difícil, si no imposible, si se emplean solo casos positivos, es decir, casos considerados fallidos cuando la salida del programa propuesto difiere de la esperada.

Para ilustrar esto, supóngase un problema sencillo consistente en leer desde teclado dos valores enteros mayores que 0 y mostrar como salida el ancho del intervalo cerrado que ambos definen (Figura 1). Supóngase también la siguiente relación de errores previsible:

1. Admitir la lectura de algún valor no mayor que 0.
2. Asumir que siempre se cumple $a \leq b$ (solución errónea: $b-a+1$).
3. Calcular el ancho del intervalo abierto (solución errónea: $|b-a|-1$).
4. Calcular el ancho como la distancia entre a y b (solución errónea: $|b-a|$).

```

1: leer (a,b)
2: mientras (a<=0 o b<=0) :
3:     leer (a,b)
4: mostrar (|b-a|+1)
    
```

Fig. 1. Pseudocódigo para calcular el ancho de un intervalo cerrado.

Tabla 1. Batería de casos positivos.

Caso	Entrada	Salida	Error	Mensaje de error
1	0 7 2 7	6	1	Los valores deben ser mayores que 0
2	7 2	6	2	El primer valor puede ser mayor que el segundo
3	2 7	6	3,4	Cálculo incorrecto

La Tabla 1 muestra una posible batería de casos para detectar esos errores. Para cada caso se muestran los valores de entrada, la salida esperada, el error que se pretende identificar y el mensaje que recibirá el estudiante si su salida no es la esperada. Puede observarse que el caso 3 unifica los errores 3 y 4 al ser imposible discernir entre ellos, y, por ello, se proporciona el mensaje genérico "Cálculo incorrecto". Además, si se cometen los errores 3 o 4, la evaluación es errónea para los 4 casos, pues ninguno proporciona la salida esperada, pudiendo recibir el estudiante mensajes sobre errores no cometidos. Esto se ilustra en las celdas sombreadas de la Tabla 2, donde se recopilan, para cada error, los casos positivos exitosos y fallidos.

Tabla 2. Relación entre el error cometido y los casos positivos exitosos (V) y fallidos (X).

Caso	(Error cometido)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	X	√	X	X
2	√	X	X	X
3	√	√	X	X

Tabla 3. Batería de casos negativos.

Caso	Entrada	Salida	Error	Mensaje de error
-1	0 7 1 100	8	1	Los valores deben ser mayores que 0
-2	7 2	-4	2	El primer valor puede ser mayor que el segundo
-3	2 7	4	3	Debe calcularse el ancho del intervalo cerrado, no abierto
-4	2 7	5	4	El intervalo cerrado debe incluir ambos extremos

Estos problemas podrían solventarse estableciendo una relación directa entre una entrada y su salida errónea para cada uno de los errores previstos, integrando en la batería este tipo de casos *negativos*. De este modo, un caso negativo se considerará fallido si la salida del programa *coincide* con la indicada en el caso. La Tabla 3 muestra una posible batería de casos negativos para el ejemplo anterior y la Tabla 4 la relación entre errores cometidos y casos negativos que se cumplen. Puede observarse que ahora sí es posible identificar de manera independiente cada error previsto y, por lo tanto, orientar al estudiante de la forma adecuada.

Tabla 4. Relación entre el error cometido y los casos negativos exitosos (V) y fallidos (X).

Caso	(Error cometido)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
-1	X	✓	✓	✓
-2	✓	X	✓	✓
-3	✓	✓	X	✓
-4	✓	✓	✓	X

Cabe señalar que, si bien los casos negativos resultan más adecuados para identificar errores previsibles, no bastan por sí solos para evaluar una solución. La batería *debe* incluir siempre, además de negativos, al menos un caso positivo. De lo contrario, un programa que nada tenga que ver con el problema a resolver se considerará correcto, al satisfacer todos los casos por no haber coincidencia entre la salida del programa y la incluida en cada caso negativo.

RESULTADOS

Para evaluar la solución del estudiante, VPL emplea un script *vpl_evaluate.sh* que, a partir de la solución propuesta por el estudiante, la batería de casos contenida en *vpl_evaluate.cases* y el archivo *vpl_evaluate.cpp*, genera un archivo *vpl_execution* que la lleva a cabo. Se propone la inclusión en la herramienta de casos negativos sustituyendo dicho script por el mostrado en el Anexo, que toma como entrada la solución del estudiante y la batería de casos contenida en *vpl_evaluate.cases* y donde cada caso tiene el formato mostrado en la Figura 2.

```
1: nCase=$(( nCase+1))
2: Name[$nCase]="Valores positivos"
3: FailMsg[$nCase]="Los valores deben ser mayores que 0"
4: GradeRed[$nCase]=25
5: Type[$nCase]="-"
6: cat > data${nCase}.in <<EOF
7: 0 7 1 100
8: EOF
9: cat > data${nCase}.out <<EOF
10: 8
11: EOF
```

Fig. 2. Formato de los casos contenidos en el archivo *vpl_evaluate.cases* (con fongo gris los valores particulares de cada caso).

El nuevo script *vpl_evaluate.sh* se ha diseñado respetando el aspecto de la información mostrada por el proceso de evaluación estándar. Además, aunque inicialmente se ha utilizado el lenguaje C, puede adaptarse a otros lenguajes fácilmente con solo modificar las líneas 8 y 20, que realizan, respectivamente, la compilación y la redirección de los resultados de ejecución al archivo *user.out*.

Para asociar el nuevo script a una actividad VPL, bastará con que el profesor lo integre entre los archivos de ejecución durante la configuración de la actividad. Respecto al archivo *vpl_evaluate.cases*, solo tendrá que indicar, para cada caso, su nombre, el mensaje de error asociado, la penalización, la tipología del caso (+/-), su entrada y su salida en las líneas 2, 3, 4, 5, 7 y 10, respectivamente, resaltados estos datos con fondo gris en el ejemplo de la Figura 2.

CONCLUSIONES

Un inconveniente que los estudiantes encuentran durante la realización de actividades VPL es la escasa asistencia para comprender los errores que cometen. Este trabajo, por un lado, ha evidenciado la dificultad para el docente en el diseño de baterías de casos que ayuden en esa orientación sin desvelar los casos de prueba y, por otro, ha propuesto complementar los casos positivos habituales con casos negativos, que asocien a cada entrada una salida errónea. Por tanto, la principal aportación de este trabajo es la inclusión de casos negativos en la batería de casos de prueba durante el diseño de actividades VPL, entendiendo como caso negativo aquel cuya salida configurada en el caso coincide con la salida obtenida por el programa del estudiante, pero teniendo en cuenta que esa salida *no* debería producirse porque se considera errónea.

Los resultados indican que los casos negativos identifican errores que no pueden identificarse solo con los casos positivos, haciendo que dicha identificación sea más selectiva y mostrando resultados de evaluación más precisos y acordes con los errores que el estudiante comete.

Finalmente, se ha implementado la propuesta mediante la modificación de los ficheros originales *vpl_evaluate.sh* y *vpl_evaluate.cases* que intervienen en el proceso de evaluación automática de actividades VPL, con dos objetivos adicionales: por un lado, preservar el aspecto de los resultados que el estudiante recibe y, por otro, minimizar el impacto que esta integración pueda suponer en la interfaz del docente durante el diseño de la actividad.

ANEXO: Nuevo archivo vpl_evaluate.sh

```
1: #! /bin/bash
2: . common_script.sh # Get file name ($VPL_SUBFILE0) and maximum grade ($VPL_MAXGRADE)
3: echo "nCase=0" > vpl_execution # Set nCase counter to 0
4: cat vpl_evaluate.cases >> vpl_execution # add cases contained in vpl_evaluate.cases
5: cat >> vpl_execution <<EOF
6: source_file=$VPL_SUBFILE0 # File name (with extension)
7: source_name=${VPL_SUBFILE0%.*} # File name (without extension)
8: gcc \${source_file} -o \${source_name} -lm 2> errors.log # compile student program
9: if ((\ $? > 0)); then
10: echo "<!--"
11: cat errors.log # shows compiling errors
12: echo "-->"
13: echo "Grade :>> 0" # If compiling error, grade is set to 0
14: exit
15: fi
16: testsPassed=0
17: someFailedTest=0
18: grade=${VPL_GRADEMAX%.*} # integer part of VPL_GRADEMAX
19: for (( i=1; i <= nCase; i++ )); do
20: echo "\.\/\${source_name} < data\${i}.in\`" > user.out # run program & capture output
21: diff -y -w --ignore-all-space user.out data\${i}.out > diff.out # compute difference
22: result=\ $?
23: if [[ \ $result > 0 && \ ${Type[\ ${i}]} == "+" || \ $result == 0 && \ ${Type[\ ${i}]} == "-" ]]; then
24: if [[ \ $someFailedTest == 0 ]]; then
25: echo "Comment :>>- == Failed Tests =="
26: echo "Comment :>>"
27: someFailedTest=1
28: fi
29: echo "Comment :>>-Test \ $i: \ ${Name[\ ${i}]}]"
30: echo "Comment :>> \ ${FailMsg[\ ${i}]}]"
31: echo "Comment :>> "
32: grade=\ ${((grade-\ ${GradeRed[\ ${i}])})}
33: else
34: testsPassed=\ ${((testsPassed+1))}
35: fi
36: done
37: echo "Comment :>>- == Summary of tests =="
38: echo "Comment :>>> +-----+"
39: echo "Comment :>>> | \ $nCase tests run/ \ $testsPassed tests passed |"
40: echo "Comment :>>> +-----+"
41: if [[ grade -lt 0 ]]; then
42: grade=0
43: fi
44: echo "Grade :>> \ $grade"
45: EOF
46: chmod +x vpl_execution
```

REFERENCIAS

- Oliveira, J. M. (2020). *Integration of Virtual Programming Lab in a process of teaching programming EduScrum based*. Tesis doctoral. <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/26051>
- Rodríguez-del-Pino, J. C., Rubio-Royo E., Hernández-Figueroa Z. J. (2012). A virtual programming lab for Moodle with automatic assessment and anti-plagiarism features. En *Proceedings of the International Conference on e-Learning, e-Business, Enterprise Information Systems, & e-Government*, Las Vegas, NV, USA, 16-19, July 2012.
- Grupo de Innovación Docente en Ingeniería y Ciencias (GIDIC). (23 de marzo de 2022). *Aplicación de un laboratorio virtual como herramienta de evaluación en asignaturas que empleen lenguajes de programación para la resolución de problemas*. <https://www.unex.es/organizacion/servicios-universitarios/servicios/sofd/areas/ie/innovacion-educativa-19-20/grupos-de-innovacion-docente-19-20/ingenieria-de-sistemas-informaticos-y-telematicos>

Propuesta de mejora del Aprendizaje de la variación de velocidades a través de un rodete hidráulico con el uso de MATLAB

José Luis Vicéns Moltó^a y Blas Zamora Parra^b

^a Universidad Politécnica de Cartagena, joseluis.vicens@edu.upct.es, ^b Universidad Politécnica de Cartagena, blas.zamora@upct.es.

Abstract

The operation of a turbomachine is based on the variation of the mechanical energy of the fluid that passes through it. The change in the speed components produces a variation of the kinetic moment in the impeller, generating an exchange of hydraulic height in the machine (given by the Euler Equation). Velocity triangles are a geometric and kinematic modelling for useful learning. The teaching use of MATLAB for understanding velocity triangles is described.

Keywords: turbomachines, engineering education, digital competence, MATLAB.

Resumen

El funcionamiento de una turbomáquina se basa en la variación de la energía mecánica del fluido que la atraviesa. El cambio en las componentes de velocidad produce una variación de momento cinético en el rodete, generando un intercambio de altura hidráulica en la máquina (dado por la Ecuación de Euler). Los triángulos de velocidad son una modelización geométrica y cinemática útil para el aprendizaje. Se expone la utilización docente de MATLAB para la comprensión de los triángulos de velocidad.

Palabras clave: turbomáquinas, enseñanza de la ingeniería, competencia digital, MATLAB.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El aprendizaje de las turbomáquinas hidráulicas presenta dificultades para construir una imagen mental de su funcionamiento. Resulta asequible calcular sus resultados globales energéticos, pero persiste la interrogante de cómo los generan, porque el alumno de Ingeniería necesita conocer algo del por qué y mucho del cómo ocurren en la realidad los procesos. Solamente de este modo el alumno adquirirá las competencias preceptivas para llegar a proponer diseños adecuados, o para analizar con éxito el comportamiento sistémico de sistemas con potencia fluida. Lo que pasa finalmente en un rodete hidráulico es evidente: transformación de una forma de energía espontánea en otra forma de energía a nuestra conveniencia. Pero es necesaria una representación mental que no se ciña al resultado, sino al desarrollo del proceso. Los triángulos de velocidades constituyen una representación

simbólica vectorial muy útil para entender cómo se intercambia la energía, y permiten convertir un problema tridimensional en uno bidimensional imponiendo ciertas restricciones (Zamora y Viedma, 2016). Este trabajo presenta una propuesta docente con un triple objetivo. Primero, que el alumno sea capaz de visualizar los triángulos de velocidades, entes geométricos que conoce, pero que “no ve”; segundo, que se sirva de los triángulos de velocidad para construir una imagen mental del proceso por el que el fluido modifica su velocidad para generar energía; y, tercero, que internalice una interpretación de contenido y significado, no solo operativo, de la Ecuación de Euler (esto es, de una forma simplificada y operativa de la ecuación de conservación del momento cinético a través del rodete).

METODOLOGÍA

Habitualmente enseñamos y aprendemos manejando las magnitudes vectoriales casi exclusivamente por su módulo, entre otras razones por las dificultades gráficas. Esta propuesta docente pone en manos del alumno una capacidad de manejo gráfico considerable. Su metodología es la interactividad del alumno con figuras descriptivas de los triángulos de velocidad en diversas configuraciones de los elementos de las turbomáquinas, en particular de tipo axial. El alumno puede modificar los flujos incidentes, así como la orientación y la longitud de los álabes fijos y móviles, observando las respuestas en forma de variaciones experimentadas por los triángulos de velocidades de las figuras. Estas imágenes son el *output* de *scripts* editados en MATLAB, que, ya elaborados, se facilitan al alumno. Se usan *scripts*, y se evitan las Interfaces de Usuario (GUI), porque se pretende que el alumno lea el programa reconociendo la secuencia conceptual que se modeliza, e identifique los procesos. No se precisa un conocimiento de MATLAB, sino leer el texto del script. Se muestran las figuras MATLAB obtenidas con los *scripts*, figuras en que se van actualizando los cambios efectuados por los alumnos.

La metodología propuesta puede aplicarse a diferentes tipos de turbomáquina hidráulica: acción/reacción, radial/axial, por ejemplo. Tradicionalmente, la docencia de esta materia se ha realizado a través de la llamada teoría unidimensional. En el caso de las máquinas axiales, en realidad el flujo debe estudiarse al menos de forma bidimensional, suponiendo flujo guiado (unidimensional, el que la dirección de la velocidad relativa es marcada de forma estricta por los álabes), en diferentes superficies cilíndricas coaxiales con el eje de rotación. Por tanto, las velocidades de arrastre de entrada y de salida del álabe son iguales para cada posición radial, pero los triángulos de velocidades sufren una variación cinemática muy importante en función del radio. El alumno debe tener una percepción tridimensional para la comprensión del flujo. Por este motivo, resulta interesante centrar la atención en una turbomáquina axial de reacción.

1.1. Componentes genéricas de la velocidad

El alumno percibe que la velocidad de una partícula del fluido al abandonar el rodete de una turbomáquina es una entidad vectorial tridimensional, y visualiza sus componentes (véase la Figura 1A). De igual modo ha de internalizar que las partículas siguen el perfil de los álabes forzosamente, con lo que su velocidad relativa es tangente al perfil en todos sus puntos, con dos componentes, axial y circunferencial (véase la Figura 1B). Con la herramienta que se

propone, el alumno puede modificar los valores de las componentes para valorar la sensibilidad de la resultante respecto de sus componentes

1.2. Triángulos de velocidad de un álabe fijo (estátor)

En este script el alumno comprueba como la modificación del álabe (inclinación y longitud) o de la velocidad incidente, cambia la variación experimentada entre el borde ataque y el borde de escape (se ha representado en la Figura 2A). Igualmente, puede seguir la evolución del triángulo de velocidades a lo largo del álabe en los puntos que escoge (Figura 2B).

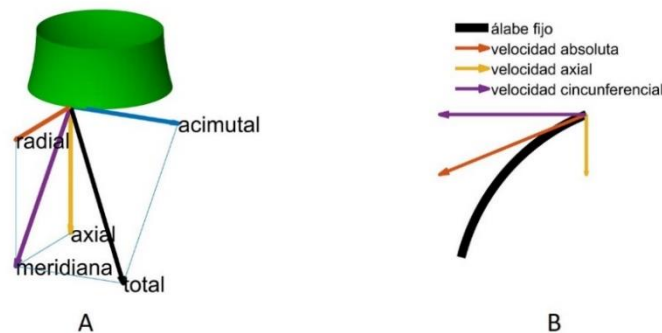


Figura 1. A. La velocidad de una partícula del fluido al abandonar el rodete es el resultado de tres componentes identificables. La posibilidad de voltear la figura en las tres direcciones facilita la comprensión. B. La velocidad relativa, que coincide con la absoluta en un álabe fijo, es tangencial al perfil en todos los puntos en la superficie del álabe.

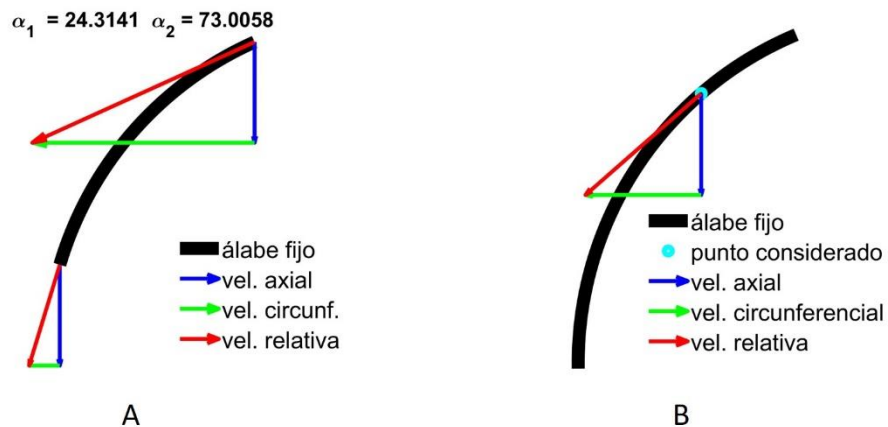


Figura 2. Output gráfico del script que modeliza un álabe fijo. El alumno modifica el álabe en inclinación y longitud, así como la velocidad en el punto de ataque. Los ángulos α_1 y α_2 indican los ángulos entre las velocidades circunferencial y absoluta en los bordes de ataque y escape. A. Comparación entre los triángulos de velocidades en el punto de ataque y de escape de un álabe fijo. B. El alumno desliza el triángulo de velocidades a lo largo del álabe fijo analizando la variación paulatina de sus componentes.

1.3. Triángulos de velocidad de un álabe móvil (rotor)

Los triángulos de velocidades del álabe móvil (rotor) requieren un análisis más cuidadoso (Figura 3), porque en este caso la velocidad relativa no coincide con la absoluta por la

presencia de la velocidad del giro que experimenta el rotor. Al componer las velocidades, según la relación entre la velocidad de giro y la absoluta, puede obtenerse un triángulo de velocidades agudo u obtuso. La diferencia fundamental estriba en que la componente acimutal de la velocidad absoluta puede resultar menor (triángulo agudo) o mayor (triángulo obtuso) que la misma velocidad de arrastre también en dirección acimutal. Según el convenio utilizado para la designación de las componentes de velocidad que conforman el triángulo, algunas de estas componentes pueden ser consideradas “positivas” o “negativas”, lo que a menudo acarrea un problema conceptual en el proceso de aprendizaje del alumno. En el caso de un triángulo agudo, la velocidad de arrastre (proporcional a la velocidad de giro) es alta, de modo que resulta un “rodete rápido”. Con un triángulo obtuso, resulta un “rodete lento”.

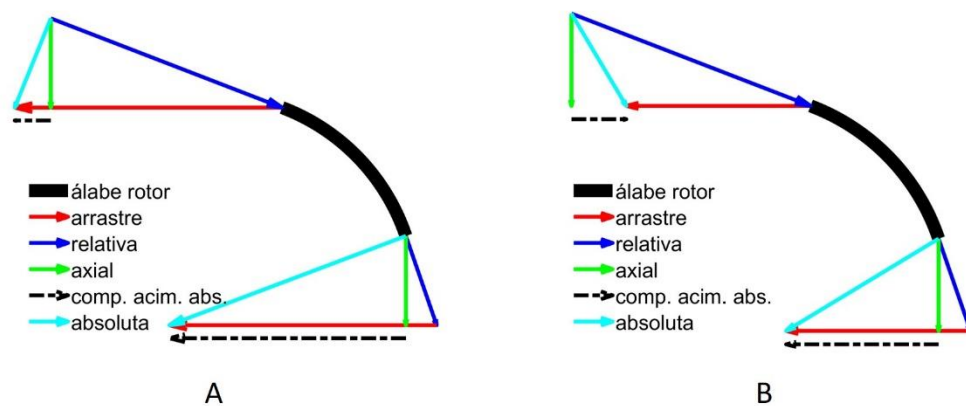


Figura 3. Álabe móvil (rotor). La proyección de la velocidad absoluta sobre la velocidad de giro es el valor de la velocidad acimutal (en negro y “punto y raya”), que aparece en la fórmula de Euler. La variación de esta velocidad entre el punto de entrada y de salida guarda correspondencia con la magnitud de la energía transferida. A. Triángulo agudo en el caso de “rodete rápido”. B. Ángulo obtuso en caso de “rodete lento”. Puesto que se trata de una turbomáquina axial, las velocidades de arrastre son iguales para una misma superficie cilíndrica.

1.4. Triángulos de velocidades de los sistemas distribuidor/rotor y rotor/distribuidor.

La condición cinemática para la modelización del comportamiento cinemático del conjunto rotor/estator consiste en la conservación de la velocidad absoluta del fluido. El alumno explora la adaptación de rotor y distribuidor alterando uno de los elementos y valorando las actuaciones que debe efectuar en el otro elemento para mantener una buena conexión en la que la velocidad absoluta de escape del distribuidor es congruente con la de entrada en el rotor (por ejemplo, en una turbina). La falta de concatenación produce que las llamadas pérdidas por incidencia fuera del punto de diseño, o pérdidas por choque, sean relevantes, disminuyendo el rendimiento de la máquina (Figuras 4 y 5).

Los scripts que producen los gráficos que se presentan en las Figuras 4 y 5 son probablemente los de mayor interés docente, puesto que contribuyen a internalizar el comportamiento de acoplamiento entre los elementos fijos y móviles de una turbomáquina, con la finalidad de mantener un régimen estable.

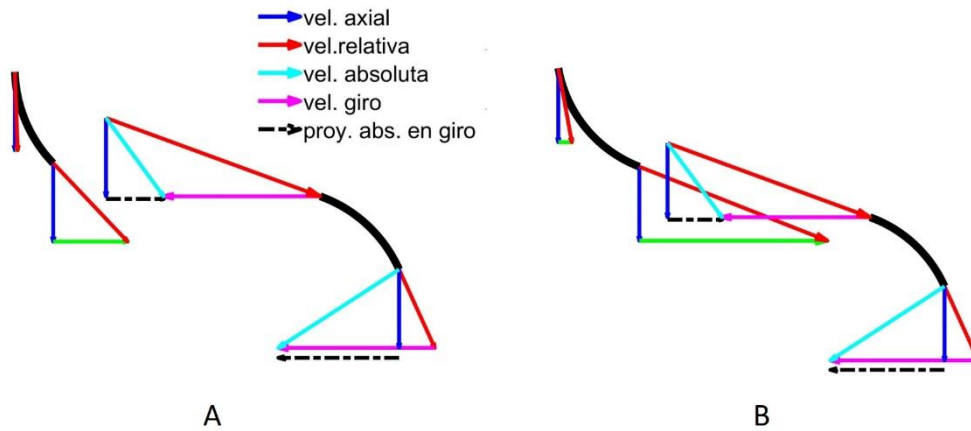


Figura 4. Resultado gráfico del script para el análisis de la concatenación entre el distribuidor (estator) y el rotor. A. Ejemplo de mala concatenación. La velocidad absoluta de salida del álabe fijo no coincide con la dirección de la velocidad absoluta del álabe móvil. B. Ejemplo de buena correspondencia entre el distribuidor y el rotor. Como antes, las velocidades de arrastre son iguales para una misma superficie cilíndrica en una máquina axial.

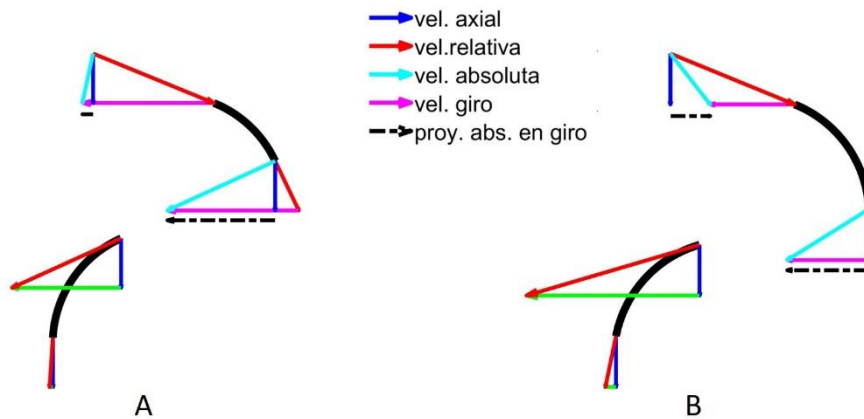


Figura 5. Resultado gráfico del script para la descripción del acoplamiento de un álabe rotor y un álabe fijo en una turbomáquina axial. Permite al alumno modificar la longitud de los álabes fijo y móvil, su ángulo de inclinación y la magnitud de la velocidad de giro, y de velocidad axial. A. En una buena sincronización la velocidad absoluta de salida del rotor coincide con la velocidad de entrada al álabe fijo. B. En un mal acoplamiento, no se presenta esta congruencia y se generan desprendimientos de la corriente y flujos secundarios turbulentos.

1.5 Triángulos de velocidades extendidos en un álabe axial

El alumno ha manejado ya secciones de álabes fijos o móviles. Los conceptos para el trazado de los triángulos de velocidad también han sido expuestos. Ahora bien, para completar un buen aprendizaje, es preciso mostrar al estudiante que estamos modelizando un suceso tridimensional, aunque con las hipótesis y simplificaciones necesarias, podamos decaer en un fenómeno bidimensional, o incluso unidimensional, como se ha explicado antes. Para conseguir esta “mentalidad tridimensional” del estudiante, se propone el último script (Figura 6), en el que se representa la evolución de los triángulos de velocidades a lo largo del álabe en una turbomáquina axial típica.

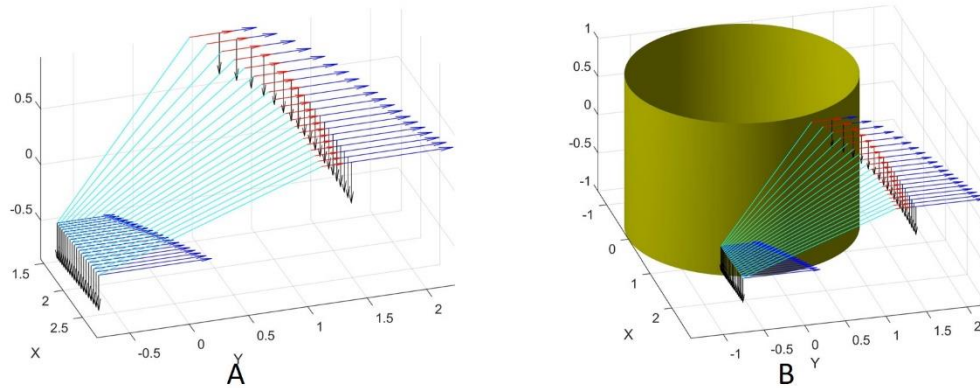


Figura 6. A. Triángulos de velocidades en un álabe diseñado para una turbina axial. B. Ubicación en relación al cuerpo del rotor. La unión entre el borde de ataque y el borde de escape está representado por las cuerdas de las secciones del álabe.

CONCLUSIONES

El material elaborado cumple las expectativas enunciadas en los objetivos con vistas a los alumnos de los Grados en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Naval y Oceánica, Ingeniería Mecánica, e Ingeniería de Tecnologías Industriales que, habiendo cursado la Mecánica de Fluidos, se enfrentan a materias sobre Máquinas Hidráulicas y Centrales Hidroeléctricas.

Facilita la visualización mental de la velocidad como entidad vectorial, confiriendo corporeidad simbólica geométrica a la Ecuación de Euler.

Se espera que el alumno internalice la percepción visual del comportamiento de las componentes de la velocidad del fluido en el rodete, hasta construir una noción intuitiva de sus variaciones en cada caso; facilitando de este modo el aprendizaje del comportamiento de las turbomáquinas y esquivando un obstáculo observado tradicionalmente.

Aprovecha el perfil actitudinal genérico de los alumnos de la UPCT (Vicéns, Zamora y Hervás, 2020), visual en la adquisición de la información y activo en el modo de procesar la información. Así, su interactividad lo hace adecuado para facilitar el aprendizaje profundo (Vicéns, Zamora y Hervás, 2020), fundamental para las funciones de diseño propias de la Ingeniería.

Fomenta el uso y manipulación de la programación abierta en régimen de “caja transparente” propiciando el desarrollo de la competencia digital.

REFERENCIAS

Zamora, B. y Viedma, A. (2016) Máquinas Hidráulicas. Teoría y problemas. UPCT.

Vicéns Moltó, J. L., Zamora Parra, B. y Hervás Avilés, M. R.: (2020) Los alumnos de último curso de los Grados en Ingeniería de la Universidad Politécnica de Cartagena y sus estilos de aprendizaje, en Roig-Vila, R.(ed.). *La docencia en la Enseñanza Superior. Nuevas aportaciones desde la investigación e innovación educativas*. (pp. 461-472) Octaedro.

Los vídeos de contenido para la enseñanza en el aula invertida: consideración crítica y nuevo enfoque motivacional

Laura Carreras y Cristina Barris

Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción Industrial, Escuela Politécnica, Universidad de Girona, C\Universitat de Girona 4, E-17003 Girona (laura.carreras@udg.edu).

Abstract

The success of the flipped classroom relies upon students undertaking substantial work outside the classroom to introduce themselves to new topics and being motivated to do so independently. In this sense, it is very important that the way of delivering the contents is attractive and motivating for the students. The didactic challenge addressed in this project is to promote active learning by focusing on the delivery of content by the students.

Keywords: Flipped classroom, active learning, digital transformation, learning material, videos

Resumen

El éxito del aula invertida depende de que los estudiantes realicen un trabajo sustancial fuera del aula para introducirse en los nuevos temas y estén motivados para hacerlo de forma independiente. En este sentido, es muy importante que la forma de impartir los contenidos sea atractiva y motivadora para los alumnos. El desafío didáctico abordado en este proyecto es promover el aprendizaje activo centrándose en la entrega de contenido por parte de los propios alumnos.

Palabras clave: Aula invertida, aprendizaje activo, transformación digital, materiales de aprendizaje, videos.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el método del aula invertida (“flipped classroom” en inglés) el docente utiliza el tiempo de clase para guiar a los estudiantes en la aplicación de conceptos de forma interactiva, realizando actividades de profundización y trabajo cooperativo. Con tal de que el tiempo en clase se utilice eficientemente, es necesario que los estudiantes realicen un primer acercamiento con los materiales facilitados por el docente fuera del aula. Por lo tanto, uno de los desafíos didácticos abordados por el docente es promover el aprendizaje independiente fuera del aula. El nivel de motivación es lo que más influye en el nivel de esfuerzo de los estudiantes dedicado a una determinada actividad de aprendizaje. Así pues, para una entrega de contenido efectiva, el material transferido debe resultar atractivo y motivador.

Aunque la entrega de contenido se puede proporcionar en una variedad de soportes, a menudo el docente graba lecciones en video preparadas para este fin. En este trabajo, se analiza el video como soporte para la entrega de contenido y se discute cómo el formato y las características de producción de los videos influyen en el nivel de implicación de los estudiantes. Además, se propone una técnica didáctica que incluye el diseño y producción de

video-lecciones por parte de los alumnos, con un estilo que fomente la motivación del alumno y logre el máximo número de visualizaciones completas. La implementación de dicha técnica didáctica en una asignatura de ingeniería estructural está actualmente en curso. Mediante la presente comunicación, se invita al lector a reflexionar sobre las ventajas potenciales, futuros desafíos, y factores de éxito y de riesgo.

1.1. El uso de video-lecciones pregrabadas en un enfoque de aula invertida

De todos los soportes posibles de entrega de contenido (textos, diapositivas, audios, videos, lecciones presenciales, etc.), el video es un formato de comunicación muy presente en los medios y redes sociales de los estudiantes. La utilización del medio audiovisual es particularmente alta y cada vez más extendida. Entre los *videobloggers* hay verdaderos ídolos de los adolescentes que comentan e instruyen sobre diversos temas, y que cuentan con un gran número de visualizaciones. Por consiguiente, los videos son particularmente adecuados para transmitir contenido de aprendizaje.

Además, el uso de video-lecciones pregrabadas en un entorno de aula invertida permite pausar, rebobinar o incluso omitir cualquier parte de la lección. Esto permite al alumno ajustar el ritmo de aprendizaje y gestionar la carga cognitiva (Clark, 2011). Además, el ritmo de aprendizaje adaptativo también puede ayudar a acomodar una clase mixta con estudiantes principiantes y avanzados (Owston, 2011). Los estudiantes de alto rendimiento pueden avanzar rápidamente a través de las partes de la lección que ya entienden o conocen, mientras que los estudiantes con dificultades pueden volver a ver los videos varias veces.

Claramente, la producción de los videos merece mucha dedicación por parte del docente. Por otro lado, debido las políticas de confinamiento aplicadas en varios países del mundo por la pandemia de COVID-19, muchos docentes optaron por registrar sus lecciones en video. Como resultado, hoy en día la red cuenta con numerosas video-lecciones sobre todo tipo de temáticas. La variedad de registros disponibles en la red es muy amplia: desde video-lecciones registradas por parte de docentes de diferentes instituciones utilizando equipos de grabación personales (sólo micrófono de computadora y cámara web), a video-lecciones registradas en estudios profesionales y depositadas en webs de bancos de videos. Por ello, el docente suele cuestionarse la necesidad de registrar una nueva video-lección con contenido similar al de videos ya disponibles en la red.

1.2. Cómo el formato de video afecta la participación de los estudiantes

El experimento presentado en (Ronchetti, 2010) muestra que, cuando los videos se graban en un ambiente formal, frente a una cámara y de apariencia profesional, resultan extremadamente aburridos para los estudiantes. Por lo tanto, es de gran importancia que los videos se graben en un formato que haga que los estudiantes se sientan activos durante la transferencia de conocimientos.

Un estudio empírico de videos MOOC (Guo, 2014) mostró cómo las decisiones de producción de videos afectan la participación de los estudiantes. Se informó que los videos más cortos (de hasta 6 minutos de duración) y los videos informales donde aparece el rostro del ponente son mucho más atractivos que las conferencias de alta calidad grabadas en el aula. Otro estudio (Berg, 2014) informó que “la mayoría de los estudiantes creían que los videos les ayudaron a

aprender el contenido del curso y que era mejor mantenerlos en menos de 15 minutos de duración".

El informe de Kaltura (Kaltura, 2015) denominado *The state of the video in Education* recopila los resultados de una encuesta realizada a educadores, diseñadores educativos, profesionales de tecnologías de la información, profesionales de medios digitales y estudiantes de todo el mundo. Entre otros hallazgos y conclusiones, se destaca que el 93% de los encuestados cree que el video mejora la experiencia de aprendizaje. Sin embargo, se informó que el impacto del video en la experiencia de aprendizaje depende de: 1) Si los estudiantes realmente ven el video o no; 2) El video en si, el ponente y el contenido: "para un impacto positivo en la experiencia de aprendizaje, el video debe diseñarse y crearse para ayudar a los estudiantes a lograr un objetivo de aprendizaje".

1.3. Comunicación intergeneracional

La comunidad universitaria cuenta con miembros de distintas generaciones. Mientras que la mayoría de los docentes forma parte de la generación silenciosa y los *baby boomers*, la mayor parte de los estudiantes pertenecen a las generaciones milénica y zeta. A menudo, la brecha generacional entre los profesores y los alumnos crea una brecha paralela en el uso del lenguaje y/o medio de comunicación. Sin embargo, la comunicación es el principal medio para una relación pedagógica eficaz. Según (Hershatler, 2010), interfaces visualmente atractivas y oportunidades para la interacción personalizada y la creación conjunta, resultan mucho más interesantes para la generación milénica que presentaciones que no se beneficien del uso de las tecnologías emergentes.

2. METODOLOGÍA

Integrar proyectos de creación de videos (es decir, dejar que los alumnos creen sus propios videos explicativos del material educativo docente) es una forma de promover un entorno de aprendizaje centrado en el alumno. Al crear los videos, los estudiantes trabajan de forma independiente para ilustrar un tema usando un lenguaje y medio de comunicación familiares para sus compañeros. Además, las lecciones en video requieren creatividad, pueden incluir aplicaciones del mundo real e involucran activamente al estudiante a lo largo del proceso de aprendizaje. Dado que las asignaciones de video a menudo se desarrollan como proyectos grupales, pueden ofrecer a los estudiantes la oportunidad de ayudar a sus compañeros y aprender a trabajar en colaboración. Además, desarrollan nuevas habilidades tecnológicas y les integra en la transformación digital para los medios de comunicación. Finalmente, permitirles grabar un video les da más control sobre su presentación frente a los compañeros en comparación a las exposiciones orales en directo en el aula. Este impulso de confianza puede mejorar la fluidez al hablar en público. En resumen, la integración de lecciones en video grabadas por los propios estudiantes ofrece numerosas ventajas:

- Aprendizaje activo y colaborativo.
- Comunicación de contenidos más efectiva debido al uso del lenguaje intra-generacional (propio de la misma generación).
- Adquisición de conocimientos y desarrollo de habilidades mediante la ayuda activa y el apoyo de compañeros de igual o similar nivel.
- Mejora de las habilidades sociales y de comunicación.

Implementar con éxito esta técnica de aprendizaje requiere una indudable preparación por parte del profesor. Los pasos necesarios para la implementación de esta metodología son:

- a) Definir bien los objetivos pedagógicos y de temario. Dividir el contenido de la asignatura en bloques temáticos.
- b) Preparar el material educativo que los estudiantes utilizarán como fuente de información para la adquisición de los conceptos y objetivos de cada bloque temático. El material debe ser preparado y seleccionado de forma que los conceptos que se quieren divulgar sean claramente identificables. Para el presente proyecto, se ha optado por suministrar el siguiente material didáctico:
 - Apuntes escritos de los conceptos teóricos divididos por bloques temáticos.
 - Problemas resueltos de aplicación de los conceptos teóricos.
 - Guiones para la realización de prácticas de laboratorio.
 - Videos de máximo 10 minutos de duración registrados por el profesor. Algunos de los videos presentan conceptos básicos comunes para todos los bloques, mientras que otros son específicos de cada bloque temático. Estos videos se basan en las presentaciones de diapositivas que se utilizan actualmente en las sesiones en el aula.Aplicando el enfoque de aula invertida, se pretende que los grupos utilicen este material para adquirir el conocimiento necesario fuera del aula. De este modo, el tiempo presencial se dedicará a la conceptualización, discusión, diseño, registro, realización y edición de los videos.
- c) Definir minuciosamente las instrucciones para la creación de los videos, las características de formato, duración, etc., y los elementos que se deben incluir en los vídeos: explicaciones de los conceptos teóricos, demostraciones prácticas, ejemplos de aplicaciones en la vida real, etc.
- d) Asignar un bloque temático a cada grupo de estudiantes. Cada grupo de estudiantes será responsable de desarrollar, registrar y editar un video sobre el contenido del bloque temático asignado.
- e) Proporcionar los recursos necesarios a los estudiantes. Los recursos incluyen:
 - material educativo sobre el contenido de los videos (punto b)
 - instrucciones, feed-back y refuerzo para garantizar la comprensión de los conceptos que se pretenden divulgar con la creación de los vídeos
 - formación sobre la metodología
 - tiempo y espacio para la realización de los videos
 - equipo material y de programación (hardware y software)
 - instalaciones, material y personal técnico de soporte para diseñar, realizar y registrar experimentos demostrativos y ejemplificadores de los conceptos técnicos que se quieren divulgar con la creación del video
- f) Garantizar una monitorización y supervisión efectivas. Es crucial asegurarse la calidad del proceso, del aprendizaje y del resultado. Los vídeos obtenidos de los estudiantes serán material didáctico para el resto de los estudiantes y, por lo tanto, deben cumplir los requisitos de calidad de cualquier otro material didáctico que se ofrece a los estudiantes.
- g) Definir la estrategia de transmisión y divulgación de los videos a los demás estudiantes. Las últimas sesiones de curso se destinarán a la reproducción de los videos en clase y al posterior debate, discusión, turno de preguntas sobre los temas que en ellos se divulgan.

Se realizarán periódicamente pruebas a los estudiantes para evaluar el grado de comprensión del contenido de los videos.

- h) Definir detalladamente los criterios de evaluación de la asignatura y de las actividades de creación y divulgación de los videos. Definir indicadores para evaluar la efectividad de la nueva estrategia docente.

3. RESULTADOS

El efecto del formato y duración del vídeo en el nivel de motivación de los estudiantes se ejemplifica a continuación. Se describen los resultados obtenidos en la fragmentación del contenido teórico de una asignatura y la realización de video-lecciones cortas de menos de 10 minutos para la transmisión de conceptos específicos. Se expone la experiencia docente de los autores (Carreras, 2021) en el marco del proyecto final del curso de Pedagogía Universitaria *Adjunktpædagogikum* para formar a docentes en la Universidad de Aalborg (AAU), Dinamarca.

En proyecto se centró en el uso de video-lecciones para un enfoque de aula invertida y cómo el formato de éstas influye en el nivel de motivación de los estudiantes. Se aplicó en el curso de *Numerical Modelling* (segundo semestre del programa de máster en *Sports Technology*). Para el estudio, se dividió el contenido de las video-lecciones de dos horas de duración que se utilizaban en el curso anterior y se grabaron videos cortos de menos de 10 minutos. Se redujo el contenido de los registros a sólo la información esencial. Cada video corto era autónomo e independiente de los demás, de modo que se pudieran ver en diferentes momentos como pequeños “bocados”. Aun así, la visualización debía hacerse de forma secuencial siguiendo la numeración establecida en el título de los videos. Al final de cada video, se incluyó un pequeño ejercicio para reflexionar. Este ejercicio sirvió para abrir la discusión sobre el contenido del video. El ejercicio siempre era un ejemplo de aplicación de un concepto a una situación relacionada con el comportamiento estructural de material y equipamiento deportivo.

Los estudiantes se mostraron más participativos durante las sesiones de clase que en el curso anterior, interviniendo en los debates de clase y formulando preguntas sobre el contenido de las sesiones. El nivel de motivación también fue evidente a través del número de asistentes en las sesiones prácticas en el aula (75% frente al 50% del año anterior). Finalmente, sólo un 5% de los estudiantes obtuvieron una calificación de suspenso en la evaluación final del curso.

4. PROSPECTIVAS PARA LOS CURSOS 2022/2024

En la actualidad, la asignatura de Estructuras de Hormigón es una asignatura optativa de 4º curso del grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Girona. La asignatura se imparte de forma tradicional, con clases de teoría magistrales, clases de problemas y de prácticas. En las prácticas, se propone a los estudiantes dos actividades en las que se aplica el método del aula invertida: i) el diseño, ejecución y ensayo de vigas de hormigón armado a escala reducida, y ii) el diseño de los elementos principales de una nave industrial. En la primera actividad, los estudiantes se dividen en grupos de trabajo, y cada grupo es el encargado de diseñar el armado de una viga de hormigón para que se produzca un determinado fallo estructural. Al acabar la sesión, cada grupo expone su propuesta y se debate su conjunto con el grupo entero. En la segunda actividad, cada alumno debe resolver el diseño de determinados elementos estructurales de una nave industrial, pero no existe debate activo a nivel grupal ni interacción con el resto de estudiantes.

La propuesta que se quiere llevar a cabo consiste en una implementación organizada y progresiva de la metodología descrita en la sección 2. Se prevé el siguiente calendario:

- Curso 2022-2023: Aplicación de la nueva estrategia docente en la actividad de diseño, ejecución y ensayo de vigas de hormigón.
- Curso 2023-2024: Elaboración de vídeos educativos relacionados con el temario de la asignatura por parte de alumnado.

5. CONCLUSIONES

Para la integración de videos en la enseñanza con un enfoque de aula invertida, es crucial que los estudiantes vean los videos asignados. Usando un formato de conferencia convencional, los videos se graban en un "ambiente estéril", de apariencia formal, y son tan largos como una lección dada en una sesión de clase presencial. Esto da como resultado videos extremadamente aburridos para los estudiantes y muy a menudo conduce a sesiones de aula invertida con varios estudiantes que no han visto los videos asignados.

Para rentabilizar el tiempo de clase invertida, en este trabajo se propone un nuevo formato de vídeo creado por los alumnos. El formato está diseñado para facilitar que los estudiantes se involucren y reciban el conocimiento necesario para tener discusiones valiosas en clase.

En un estudio preliminar realizado por los autores, se comprobó que el formato de las video-lecciones (se analizó la estructura y duración de los registros) influye en el nivel de motivación de los alumnos. Con la estrategia aquí expuesta se pretende actuar también sobre el lenguaje y la comunicación intra-generacional, haciendo que sean los propios alumnos quienes registren las video-lecciones que se ofrecerán como material didáctico para sus compañeros. Los detalles del calendario para la implementación de la nueva estrategia docente se presentarán en Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET29).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los profesores Esben Lingaard y Bettina Dahl Søndergaard por la orientación proporcionada en el curso de Pedagogía Universitaria *Adjunktpædagogikum* de la Universidad de Aalborg, Dinamarca.

REFERENCIAS

- Berg, R., Brand, A., Grant, J., Kirk, J., & Zimmermann, T. (2014). Leveraging recorded mini-lectures to increase student learning. *Online Classroom*, 14(2), 5-8.
- Carreras, L. (2021). A remote flipped classroom approach to teaching. Project report from the University pedagogical programme at Aalborg University.
- Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2011). Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load. John Wiley & Sons.
- Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. The first ACM conference on Learning@ scale conference, (pp. 41-50).
- Hershat, A., & Epstein, M. (2010). Millennials and the world of work: An organization and management perspective. *Journal of business and psychology*, 25(2), 211-223.
- Kaltura. (2015). The state of the video in Education. Retrieved from http://site.kaltura.com/rs/984-SDM-859/images/The_State_of_Video_in_Education_2015_a_Kaltura_Report.pdf
- Owston, R., Lupshenyuk, D., & Wideman, H. (2011). Lecture capture in large undergraduate classes: Student perceptions and academic performance. *The Internet and Higher Education*, 14(4), 262-268.
- Ronchetti, M. (2010). Using video lectures to make teaching more interactive. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 5(2), 45-48.

Building Information Modeling (BIM) en el aprendizaje de la asignatura de Proyectos Técnicos

Gabriel Horrach^a, Susana Hormigos-Jiménez^b, Juan Muñoz^c, Cristian Carmona^d y Francesc Masdeu^e

^aProfesor Contratado Doctor. Departamento de Ingeniería Industrial y Construcción. Construcciones Arquitectónicas. Universidad de las Islas Baleares. gabriel.horrach@uib.es, ^bProfesora Contratada Doctora Interina. Departamento de Ingeniería Industrial y Construcción. Construcciones Arquitectónicas. Universidad de las Islas Baleares. susana.hormigos@uib.es, ^cProfesor Contratado Doctor. Departamento de Ingeniería Industrial y Construcción. Construcciones Arquitectónicas. Universidad de las Islas Baleares. joan.munoz@uib.es, ^dProfesor Asociado. Departamento de Ingeniería Industrial y Construcción. Construcciones Arquitectónicas. Universidad de las Islas Baleares. cristian.carmona@uib.es y ^eProfesor Contratado Doctor. Departamento de Ingeniería Industrial y Construcción. Construcciones Arquitectónicas. Universidad de las Islas Baleares. francesc.masdeu@uib.es.

Abstract

The implementation of the methodology on Project-Based Learning (PBL) and Building Information Modeling (BIM), in Technical Projects course of the Degree in Building, taught at the University of the Balearic Islands, is carried out to achieve an improvement in the skills and competences of the students who attend it. Throughout this article, all the phases that have been carried out for the implementation of these methodologies are detailed.

Keywords: Projects, BIM, Revit, learning.

Resumen

La incorporación de la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y Building Information Modeling (BIM), en la asignatura de Proyectos Técnicos de los estudios de Grado en Edificación que se imparten en la Universidad de las Islas Baleares, se lleva a cabo para conseguir una mejora de las habilidades y competencias de los estudiantes que la cursan. A lo largo de este artículo se detallan todas las fases que se han llevado a cabo para la implantación de estas metodologías.

Palabras clave: Proyectos, BIM, Revit, aprendizaje.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La tecnología BIM (Building Information Modeling), cada vez más, se va implantando en los ámbitos de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción, principalmente en la última década (Tsai, Chen & Chang, 2019). Esta tecnología permite un almacenaje de la información mediante un proceso integrado, en el desarrollo de un proyecto mediante un modelo visual

en el que participan diferentes perfiles profesionales. Contemplando esta perspectiva, siguen existiendo carencias en la formación BIM, siendo muy importante fomentar el aprendizaje de BIM en las instituciones académicas (Leite, 2016).

Desde hace unos años se ha empezado a implementar el BIM en diferentes cursos, para dar respuesta a las necesidades de los sectores de la Ingeniería y de la Arquitectura. Constatándose que los aspectos pedagógicos necesitan evolucionar y consolidarse (Wang & Leite, 2014).

Mediante el almacenaje de datos que permite el BIM, no solo se obtiene una representación 3D de la geometría, también facilita una estimación de los costes, la integración de las estructuras, de las instalaciones, la simulación energética o la coordinación entre especialistas. Por ello, no solo es relevante el enseñar el modelado, también lo es, darle el valor necesario a la metodología para que sea utilizada a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Leite, 2016).

Hay que destacar, que en una asignatura de proyectos en la que se hace uso de BIM, hay que tener en cuenta diferentes aspectos que afectan directamente a la labor docente (Leite, 2016).

(A) Los estudiantes deben entender el funcionamiento y el objetivo último de la tecnología BIM.

(B) Los cambios en la tecnología BIM se producen de forma muy rápida, pudiendo quedar obsoleta la formación práctica de los estudiantes. Por tanto, hay que fomentar el aprendizaje autónomo.

(C) Hay que fomentar el pensamiento crítico, teniendo en cuenta que el BIM todavía se está implementando en los sectores de la Ingeniería y de la Arquitectura.

Contemplando estos tres aspectos, la utilización del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se considera una metodología idónea para fomentar el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico. En el ABP, los estudiantes desarrollan un aprendizaje activo mediante la realización de uno o varios proyectos, aportados por el docente. Diferentes estudios (Maida, 2011; Verma, 2011; Wang & Leite, 2014) dejan patente, la evaluación positiva de los estudiantes con relación a su aprendizaje con esta metodología.

La aplicación del ABP se puede resumir en:

(A) Existencia de una problemática que debe ser resuelta, proyecto a investigar.

(B) Los estudiantes realizan propuestas de soluciones que ponen en común entre ellos y el docente, el cual les aporta propuestas de mejora y les orienta.

(C) Una vez obtenida la solución final es compartida con el resto de los estudiantes, mediante una puesta en común, lo que permite el enriquecimiento del conocimiento del grupo.

Esta metodología tiene similitud con la realidad del ámbito profesional en el campo de la Ingeniería y la Arquitectura (Ahn et al., 2013). En este ámbito, según investigaciones que se han desarrollado en los últimos años (Nembhard, Yip. & Shtub, 2009; Slavin, 1989), la aplicación del ABP engloba las siguientes características:

(A) Grupos de trabajo reducidos, no se suelen superar los seis integrantes. El trabajo en equipo permite mejorar la actitud y el rendimiento de los estudiantes.

(B) Los objetivos del grupo quedan bien definidos y cada integrante tiene una determinada responsabilidad.

En este artículo se lleva a cabo la descripción de la innovación educativa implementada a partir del curso 2019-20, en la asignatura de Proyectos Técnicos de cuarto curso del Grado en Edificación de la Universidad de las Islas Baleares. Esta consiste en aplicar la metodología ABP y utilizar el BIM mediante el software REVIT de la empresa Autodesk.

Los objetivos generales se centran en: implementar el ABP y el BIM para mejorar la asignatura de Proyectos Técnicos.

Los objetivos específicos se centran en: proporcionar a los alumnos una metodología que favorezca el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico; fomentar el uso de BIM entre los alumnos para una mejora en sus habilidades para redactar proyectos; incidir en las posibilidades de BIM en cuanto al almacenaje de información y el trabajo colaborativo entre los diferentes participantes en la redacción de un proyecto.

2. METODOLOGÍA

La asignatura de Proyectos Técnicos de 9 European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) se estructura mediante la redacción de tres proyectos que se llevan a cabo durante el primer semestre del curso. Uno de los proyectos se realiza en grupos de un máximo de tres estudiantes y los otros dos de forma individual, el grupal tiene una carga de trabajo según lo que consta en la tabla 1. El presente artículo se centra en el proyecto grupal.

Tabla 1. Carga de trabajo del proyecto en grupo

Actividad	ECTS	Horas
Presencial. Conceptos básicos y guiado en el desarrollo del proyecto	0,4	10
Presencial. Desarrollo del proyecto	1,2	30
No presencial. Desarrollo del proyecto	2,4	60

2.1. Descripción del proyecto en grupo.

Al inicio del primer semestre de cada curso académico se propone un proyecto para realizar en grupo. Habitualmente está enfocado en la reforma de un edificio de tipología residencial, tanto plurifamiliar como unifamiliar. Habitualmente la reforma consiste en la mejora de la habitabilidad, las instalaciones y la envolvente térmica y acústica, puntualmente se interviene en algunos elementos estructurales.

El proyecto debe estar compuesto por toda la documentación escrita y gráfica correspondiente, la cual se ajusta al Código Técnico de la Edificación (CTE), parte I, anejo 1, contenido del proyecto, que les sirve de guía a los estudiantes, para la redacción de este.

Entregan el proyecto completo en un Portable Document Format (PDF), parte escrita y gráfica, también el archivo de REVIT, para la evaluación por parte del profesorado.

En el transcurso de la realización del proyecto en grupo se aplica la metodología ABP en todo el desarrollo de este. Con ello los estudiantes adquieren un rol activo, favoreciéndose la motivación académica, el juicio crítico y el trabajo en equipo y autónomo.

2.2. Competencias relacionadas con el proyecto grupal.

Mediante el desarrollo del proyecto grupal se deben adquirir las siguientes competencias:

Específicas: capacidad para la aplicación de herramientas avanzadas para la resolución de las partes que comporta el proyecto técnico y su gestión; aptitud para redactar documentos que formen parte de proyectos, redactados de forma multidisciplinar; aptitud para el modelado 3D de las edificaciones (competencia afín al uso de las herramientas digitales, mediante la aplicación de la metodología ABP y el BIM).

Genéricas: que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público especializado como a uno no especializado.

Transversales: resolución de problemas; trabajo en grupo; razonamiento crítico.

Para ir adquiriendo las competencias, se dispone de las clases presenciales, en las que los estudiantes trabajan en grupo, se aclaran dudas y se les va guiando en el desarrollo del proyecto, también se utilizan los foros de la plataforma educativa para resolver dudas y plantear cuestiones, fuera del horario de clases.

Una vez realizada la entrega del proyecto en grupo, el profesorado realiza la revisión y valoración, comprobando si se ha justificado la adquisición de las competencias, devolviendo a los estudiantes el proyecto con la correspondiente retroalimentación.

3. RESULTADOS

Se presentan algunos ejemplos de vistas 3D de los proyectos en grupo de los cursos 2019-20 y 2020-21 y una comparativa entre las calificaciones de los cursos 2016-17 a 2018-19 anteriores a la implantación del ABP y BIM y las de los cursos 2019-20 y 2020-21.

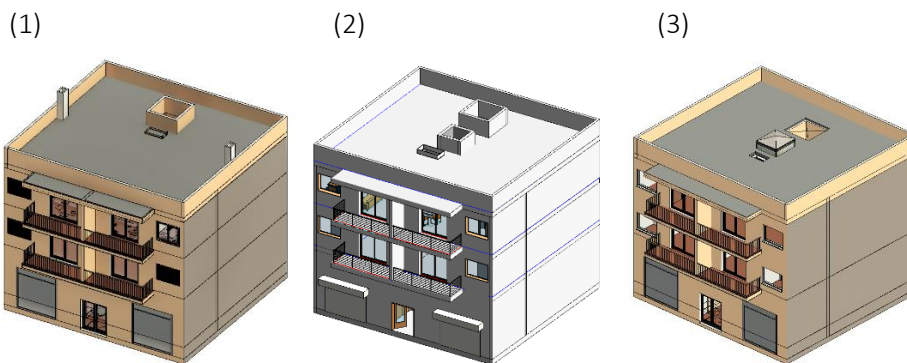


Fig. 1. Ejemplos vista 3D del edificio objeto del proyecto en grupo del curso 2019-20. (1) grupo 10; (2) grupo 8; y (3) grupo 5

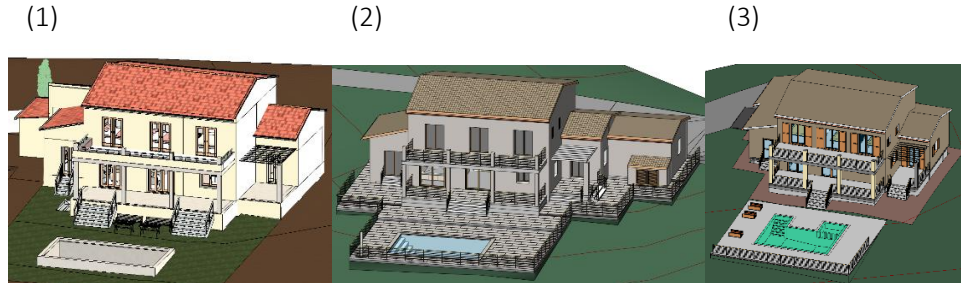


Fig. 2. Ejemplos vista 3D del edificio objeto del proyecto en grupo del curso 2020-21. (1) grupo 10; (2) grupo 3; y (3) grupo 4

Para realizar el proyecto se proporciona el enunciado y unos planos de planta, alzados y secciones en dos dimensiones y en formato digital, del edificio elegido. Los estudiantes de cada grupo reciben la misma calificación, debido a que se trata de un trabajo que se desarrolla en grupo.

En la figura 3 se han incluido las calificaciones mínima, mediana y máxima de los cursos anteriores a la implantación del ABP y de BIM y las de los cursos 2019-20 y 2020-21. También se ha incluido la tendencia lineal de estas.

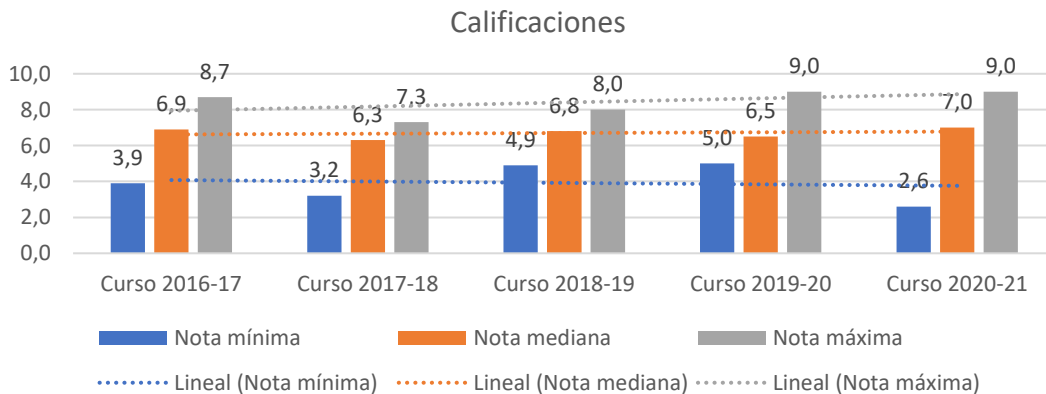


Fig. 3. Calificaciones mínima, mediana y máxima del proyecto en grupo. Cursos 2016-17 al 2020-21

En el curso 2016-17 de un total de 9 grupos, dos obtuvieron una calificación inferior a 5; en el 2017-18 de un total de 11 grupos, dos obtuvieron una calificación inferior a 5; en el 2018-19 de un total de 11 grupos, uno obtuvo una calificación inferior a 5 y uno no se presentó; en el 2019-20 de un total de 12 grupos, uno no se presentó.

Del gráfico de la figura 3, se puede comprobar que la tendencia de las notas máximas ha aumentado con la implantación del ABP y el BIM, en cambio en las notas mínima y mediana se mantiene una tendencia sin apenas cambios.

Independientemente de las calificaciones, se ha constatado una mejora en los trabajos, tanto en la parte gráfica como en la escrita y la satisfacción de la gran mayoría de los estudiantes.

4. CONCLUSIONES

Con la implantación de la metodología ABP se consigue que los estudiantes realicen los proyectos de una forma colaborativa, permitiéndoles tomar decisiones, aportar su juicio crítico, además de potenciar el compromiso con el grupo y la motivación de ser capaces de resolver problemas, todo ello debido a la responsabilidad que tiene que asumir cada miembro del grupo.

La incorporación del BIM mediante el software REVIT permite a los estudiantes, dar un paso adelante yendo más allá de la simple utilización de una herramienta de dibujo en dos dimensiones (2D). La utilización de REVIT permite conocer un software que además de poder proporcionar toda la información asociada a cualquier elemento del edificio, automatiza muchas tareas, como puede ser la obtención de las secciones, alzados, vistas 3D, tablas de mediciones, detallado de elementos y un largo abanico de posibilidades. Otro valor añadido consiste en que se trata de una herramienta diseñada para el trabajo colaborativo, altamente importante en la forma de trabajar actual en el ámbito de la Ingeniería y de la Arquitectura.

Todo lo anterior se puede conseguir siempre que se guíe de forma adecuada a los estudiantes y se les otorgue el protagonismo necesario para ello.

5. AGRADACIMIENTOS

Agradecer a todos los estudiantes su colaboración y su entusiasmo en todo el proceso.

REFERENCIAS

- AHN, Y. H., CHO, C. S., & LEE, N. (2013). "Building information modeling: Systematic course development for undergraduate construction students" en *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 139, issue 4, p. 290-300.
- LEITE, F. (2016). "Project-based learning in a building information modeling for construction management course" en *Journal of Information Technology in Construction*, vol. 21, p. 164-176.
- MAIDA, C. A. (2011). "Project-based learning: A critical pedagogy for the twenty-first century" en *Policy Futures in Education*, vol. 9, no 6, p. 759-768.
- NEMBHARD, D., YIP, K., & SHTUB, A. (2009). "Comparing competitive and cooperative strategies for learning project management" en *Journal of Engineering Education*, vol. 98, no 2, p. 181-192.
- SLAVIN, R. E. (1989). "Research on Cooperative Learning: An international perspective" en *Scandinavian Journal of Educational Research*, vol. 33, no 4, p. 231-243.
- TSAI, M., CHEN, K., & CHANG, Y. (2019). "Development of a Project-Based Online Course for BIM Learning" en *Sustainability*, vol. 11, no 20, p. 5772.
- VERMA, A. K. (2011). "Impact of project based learning in Introduction to Engineering /Technology class" en *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.
- WANG, L., & Leite, F. (2014). "Process-oriented approach of teaching building information modeling in construction management" en *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 140, no 4, p. 04014004.

Lightboard MechLab: Diseño, construcción y uso docente

Rafael Castro-Triguero^a, Rafael R. Sola-Guirado^a, Fabiano Tavares^a y David Bullejos^b

^aDepartamento de Mecánica (Universidad de Córdoba, rcastro@uco.es, ir2sogur@uco.es, ftavares@uco.es) ^bDepartamento de Electricidad (Universidad de Córdoba, bullejos@uco.es).

Abstract

This teaching innovation work deals with the design, construction, and teaching use with a glass board “Lightboard”. These are used to create small audiovisual pills that can be used to create content for face-to-face or online teaching. All the phases of its creation will be explained, from the original idea to its final construction that can be replicated by any educational center. Finally, a series of objectives and teaching innovations to be achieved through its use will be proposed.

Keywords: Lightboard, Audiovisual pills, Flipped Classroom.

Resumen

El presente trabajo trata sobre el diseño, construcción y uso docente de una pizarra de cristal retroiluminada “Lightboard”. Éstas se utilizan para la creación de pequeñas píldoras audiovisuales que se pueden emplear en la creación de contenidos para docencia presencial o virtual. Se explicarán todas las fases de su creación para que pueda ser replicada por cualquier centro educativo. Finalmente se plantearán una serie de objetivos e innovaciones docentes a conseguir mediante su utilización.

Palabras clave: Pizarra de cristal, Píldoras audiovisuales, Clase invertida.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El concepto de una pizarra de cristal iluminada denominada en inglés “Lightboard” aporta significativas ventajas respecto al uso de videos en pizarras clásicas y/o electrónicas más avanzadas (Rogers 2019). Por ejemplo, la persona que expone se posiciona justo delante de la cámara al escribir en el cristal, lo que implica un contacto directo en todo momento que se agradece desde un punto de vista del alumno. Otra gran ventaja de este sistema es su bajo coste, si se compara con las pizarras electrónicas, ya que solamente consta de un cristal y una pequeña estructura metálica (Hay 2019). A grandes rasgos, el equipamiento necesario para realizar un set de rodaje de videos mediante este sistema estaría constituido por: la propia pizarra, los rotuladores fluorescentes, el equipamiento de grabación de video (cámara, trípode, objetivos, etc...), un fondo adecuado, iluminación y una gran creatividad docente (Gaudin 2015, Karabulut 2018, McCorkle 2020).

La elaboración de videos permitiría introducir “píldoras audiovisuales” de una duración aproximada de 5-10 minutos, que sirven para realizar un planteamiento de la clase de forma invertida, que ya ha sido demostrado como muy provechoso en diversas disciplinas (Low 2019, Oncel 2019). Los videos se utilizan para un aprendizaje más dinámico en diferido de la clase presencial, y que será evaluado mediante sistemas de autocorrección automática (“Auto-Multiple-Choice”). Una visión más avanzada nos llevaría a la creación de cursos en línea masivos (en inglés “Massive Open Online Courses” MOOC) sobre temas específicos de docencia avanzada de los profesores involucrados en la propuesta.

El objetivo principal de este artículo es presentar el proceso de diseño y construcción de este recurso, y su uso docente, ya que los videos creados serán utilizados a modo de clase invertida o “Flipped Classroom” en las asignaturas de la titulación de Grado en Ingeniería Mecánica, y Máster en Ingeniería Industrial de la Escuela Politécnica Superior de Córdoba, Universidad de Córdoba.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL LIGHTBOARD STUDIO

En primer lugar, y como la forma más efectiva de adquirir una pizarra del tipo Lightboard, la idea fue estudiar dentro de las soluciones comerciales la que fuera más apropiada para nuestros objetivos y presupuesto. Sin embargo, los presupuestos solicitados (en algunos casos superaban los 8.000 €) sobrepasaban en exceso la capacidad que ofrecen los Proyectos de Innovación Docente de la Universidad de Córdoba (sobre los 1.500 € máximo), por lo que se decidió diseñar y construir una Lightboard propia.

En internet existen multitud de tutoriales de cómo construir una Lightboard, pero en la mayoría de los casos se construyen con materiales de baja calidad, lo que conlleva un deterioro rápido con su uso.

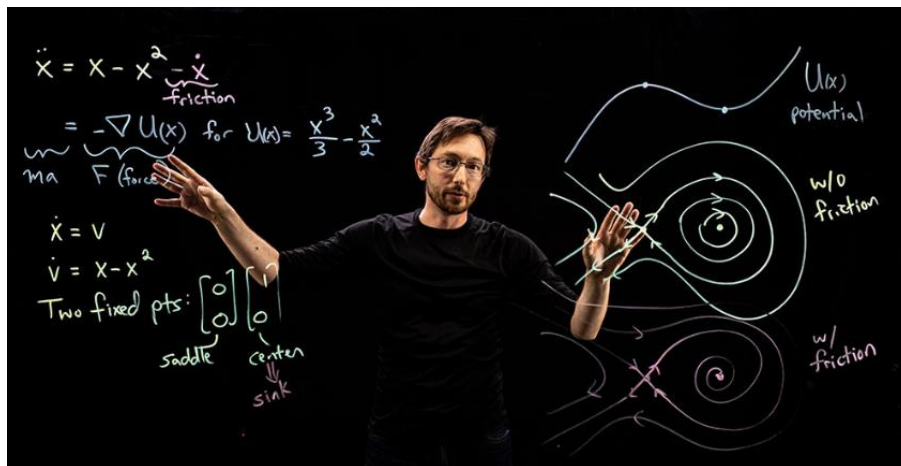


Fig. 1. El profesor Steve Brunton usando una Lightboard (Universidad de Washington, EEUU).

Los autores de este trabajo somos profesores del Departamento de Mecánica y Electricidad, por lo que decidimos hacer uso de nuestro conocimiento para crear un diseño propio de una Lightboard. Dicho diseño comenzó con un estudio de las dimensiones y tipo de cristal a instalar. Las dimensiones vienen establecidas principalmente por el espacio disponible, el equipamiento de grabación de video y finalmente por el coste de este. Finalmente se decidió

instalar un cristal del tipo “ultraclaro” que permite un reflejo menor de la luz y una visión totalmente clara de la superficie. Dados los condicionantes de espacio y coste mencionados se estableció que unas dimensiones de 1250 x 800 x 20 mm serían las apropiadas para conseguir el efecto buscado, de hecho, son dimensiones muy similares a las soluciones comerciales. Es susceptible de comparación las dimensiones con una pizarra convencional, pero es que el efecto buscado es totalmente diferente, ya que no sería posible grabar con cercanía una pizarra tan grande ni tan oscura como las tradicionales (ver *Fig. 1* donde el profesor Steve Brunton hace uso de una Lightboard y sube en abierto sus videos docentes en YouTube con acceso abierto y gran éxito de visualizaciones).

Una vez que las dimensiones del cristal quedaron establecidas, el siguiente aspecto a diseñar y construir era la estructura soporte. Dicha estructura (*Fig. 2*) debía cumplir varios requisitos:

- Ser una estructura con un diseño sencillo que permitiera la colocación del cristal mediante la sujeción en las cuatro esquinas de esta.
- Ofrecer una estabilidad suficiente para que una vez se colocara el cristal no existiera el riesgo de vuelco, por lo que se estudió mediante software de diseño mecánico configuraciones que hicieran posible que el centro de gravedad se situara en la zona de estabilidad antivuelco de los momentos de peso.
- Disponer de un diseño modular a base de perfiles metálicos y un fácil montaje.



Fig. 2. Diseño y fabricación de estructura soporte de la pizarra Lightboard.

Después se colocó el vidrio sobre la estructura en cuatro puntos con unos soportes comerciales (Shopkit). Luego, se colocó la iluminación con tiras LED, con colores y nivel de iluminación regulables, a lo largo de todo el perímetro del cristal encapsulándolo sobre perfilera metálica (*Fig. 3*). Este es uno de los aspectos más llamativos de las pizarras Lightboard y es que se escribe con rotuladores fluorescentes especiales que iluminando el cristal produce un efecto muy llamativo para capturar la atención del estudiante.



Fig. 3. Iluminación Lightboard mediante tiras de luces LEDs y encapsulado exterior

Por último, la pizarra se colocó en una ubicación con suficiente espacio para poder agrupar el equipo audiovisual de grabación de los videos, así como todo el material necesario para la ayuda-soporte del profesor para dicha exposición (*Fig. 4*).



Fig. 4. Set de grabación de los videos mediante Lightboard.

Acto seguido, todo el contenido se cercó con una estructura metálica comercial (Metalmarket) regulable en distancia (3 x 6 m) que abarcara todo el ángulo de visión de la cámara de grabación junto con la pizarra. Dicha estructura fue cubierta por una tela negra mate en todo su exterior para evitar los brillos y reflexiones de la iluminación externa (*Fig. 5*).



Fig. 5. Colocación de estructura de cerramiento y cubrimiento del Lighboard studio.

Los componentes instalados finales fueron considerablemente más económicos que la compra de un sistema comercial, estructura pizarra (100 €), vidrio (600 €), iluminación (40 €), estructura y tela de cerramiento (500 €). Esto supuso un ahorro considerable y la posibilidad de ser enmarcado dentro del presupuesto de innovación docente de la Universidad.

METODOLOGÍA DOCENTE

2.1. Elaboración de videos docentes de corta duración (“píldoras audiovisuales”).

La metodología docente consta de los siguientes paso o etapas:

- El profesorado elabora una serie de temas interesantes y así poder desarrollarlos mediante videos cortos.
- Estos temas son impartidos por el docente en las primeras semanas del curso. La preparación, grabación y edición de los videos se lleva a cabo mediante el Lightboard elaborado en el apartado anterior. Posteriormente, se editará para incluir grabaciones de pantalla con software o bien con presentaciones intercaladas. La duración será de unos 5-10 minutos máximo.
- Los estudiantes en grupos elaboran material adicional en relación con dichos temas y preparan videos cortos, realizando una metodología similar a la llevada a cabo por los docentes en los temas iniciales. Para la grabación de los videos los grupos de alumnos disponen del apoyo del personal de administración y servicios (PAS). Se llevará a cabo la edición del material audiovisual, para ello se les facilita una serie de manuales y recursos, ya sean físicos, digitales, o una combinación de ambos.

La evaluación del alumno se llevará a cabo según los siguientes aspectos:

- Los videos son enviados al profesor que los sube a una plataforma tipo YouTube para que puedan ser visualizados por todo el alumnado de la asignatura cursada. Todos los videos deberán ser vistos por todo el alumnado, ya que en la siguiente fase de la metodología se les realiza una serie de preguntas a modo de evaluación.
- El profesorado prepara una serie de tareas con diferentes datos para que el alumnado lo resuelva individualmente, teniendo como apoyo el video grabado y el resto de material subido a la plataforma e-learning (Moodle en este caso). El ejercicio debe de entregarse siguiendo un protocolo y formato adecuado (ejercicios de opción múltiple) para que pueda realizarse una corrección automática.

La calificación final del alumno constará de una valoración del trabajo en grupo por la elaboración del material de video, y por otro lado una valoración por las tareas individualizadas.

2.2. Retroalimentación de los resultados alumno/profesor.

Los resultados son publicados para que el alumnado conozca la evolución de su aprendizaje y pueda llevar a cabo las estrategias de estudio pertinentes, así como resolver dudas. El profesorado realiza una síntesis de los errores más comunes cometidos por el alumnado. Además, se desarrolla un pequeño documento de las preguntas más comunes realizadas por los alumnos y sus respuestas (FAQ).

RESULTADOS

Se ha construido un prototipo de bajo coste, que permite la preparación de contenidos digitales de gran calidad mediante la técnica Lightboard studio. Los resultados esperados de la presente idea son los mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados innovación docente mediante Lightboard.

Para el alumnado	Para el profesorado
- Evaluación como aprendizaje. Herramienta para la personalización, la diferenciación y la individualización.	- Retroalimentación continua del proceso de aprendizaje del alumnado, para adaptarlo/mejorarlo.
- Sistema que favorece la creatividad del alumno a través de su evaluación continua.	- Aumento del tiempo para resolver dudas y consolidar conocimientos de clase.
- Fomenta su participación y motivación, al tener que prepararse una exposición de video que luego será visualizada por el resto del alumnado.	- Creación de infraestructura de contenido digital y audiovisual para cursos en línea masivos o MOOCs.
- Autonomía del alumno y competencias digitales.	

CONCLUSIONES

El presente trabajo muestra las fases de diseño y construcción, así como la metodología docente seguida mediante el uso de un sistema Lightboard. Éste permite una cercanía del profesor al alumno que fomenta la captación directa de las ideas y conceptos desarrollados, mejor que pizarras clásicas. La calidad de los videos finales puede utilizarse para la creación de contenidos virtuales. Por otro lado, se demuestra que la combinación de videos cortos y un proceso de autoaprendizaje del alumnado influye en la participación de este.

REFERENCIAS

- Rogers, P. (2019). Using lightboard video lectures to improve student learning in a flipped classroom environment. *ASEE Conferences – Conference for Industry and Education Collaboration*.
- Hay, K., y Wiren, Z. (2019). Do-it-yourself low-cost desktop lightboard for engaging flipped learning videos. *Physics Teacher*, 57(8), 523-525.
- Gaudin, C. (2015). Video viewing in teacher education and profesional development: A literatura review. *Educational Research Review*, 16, 41-67.
- Karabulut, C. (2018). A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education. *British Journal of Educational Technology*, 49(3), 398-411.
- McCorkle, S., Whitener, P. (2020). The lightboard: Expectations and Experiences. *International Journal of Designs for Learning*, 11(1), 75-84.
- Low, C.K., y Hew, K.F. (2019). The impacto of flipped classroom on student achievement in engineering education: A meta-analysis of 10 years of research. *Journal of Engineering Education*, 108(4), 523-546.
- Oncel, A.F. y Kara, A. (2019). A flipped classroom in communication systems: Student perception and performance assesments. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 56(3), 208-221.

Blending learning como metodología docente para el desarrollo de la competencia transversal: “Aplicación y pensamiento práctico”

Silvia Martínez-Llorens^a, Cristina Casto-Rebollo^b, Eugenio Martínez-Paredes^c, José S. Vicente^d, Francisco Marco-Jiménez^e y David S. Peñaranda^{f*}

*Corresponding autor. ^aDepartamento de Ciencia Animal, Universitat Politècnica de València, Valencia, España; silmarll@dca.upv.es). ^bDepartamento de Ciencia Animal, Universitat Politècnica de València, Valencia, España; cricasre@posgrado.upv.es). ^cDepartamento de Ciencia Animal, Universitat Politècnica de València, Valencia, España; eumarpa@upvnet.upv.es). ^dDepartamento de Ciencia Animal, Universitat Politècnica de València, Valencia, España; jvicent@upv.es). ^eDepartamento de Ciencia Animal, Universitat Politècnica de València, Valencia, España; fmarco@upv.es). ^fDepartamento de Ciencia Animal, Universitat Politècnica de València, Valencia, España; dasncpea@upv.es).

Abstract

In the current work, the aim was to enhance the transversal competence *Application and practical thinking* thanks to the implementation of the teaching methodology "Blended learning" in the laboratory sessions of the subject Animal and Human Physiology. The average categorical grade was "A Excellent" in pandemic time, demonstrating that the teaching methodology allowed not only the development of practical thinking, but also demonstrated high flexibility in changing teaching environments.

Keywords: Blending learning, practical thinking, laboratory lessons.

Resumen

En el actual trabajo se pretendió favorecer la competencia transversal *Aplicación y pensamiento práctico* gracias a la implantación de la metodología docente “Blended learning” en las sesiones de laboratorio de la asignatura Fisiología Animal y Humana . La nota media categórica fue de “A Excelente” en tiempo de pandemia, demostrándose que la metodología docente permitió no sólo el desarrollo del pensamiento práctico, sino que también demostró una alta flexibilidad a ambientes docentes cambiantes.

Palabras clave: Docencia semi-presencial, pensamiento práctico, prácticas de laboratorio.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Una de las exigencias que plantea la sociedad a la universidad es potenciar y facilitar la inserción socio-laboral de los futuros egresados. Para ello, el desarrollo de las competencias es un elemento que cada día es más apreciado por los empleadores, siendo de especial relevancia las relacionadas con el pensamiento práctico (Yaoliang, 2019). La implantación de

las competencias en el mundo educativo, no siempre ha supuesto un cambio en la metodología docente, imposibilitando en muchas ocasiones alcanzar los objetivos inicialmente planteados. Esta realidad es más evidente en el campo de las ciencias, especialmente, en el trabajo práctico en laboratorio (Cano, 2019). Investigaciones en este campo apuntan a una falta de claridad en los objetivos y la poca capacidad para relacionar teoría y práctica (Barberà O., 1996; Hodson, 1994). Las sesiones prácticas suelen ser actividades cerradas y simplemente plantean una serie de pasos (Velandia, Morales, & Duarte, 2011), y cada vez son más los estudios que resaltan la importancia del ambiente de aprendizaje y la metacognición en actividades de laboratorio (Cooper, Sandi-Urena, & Stevens, 2008; Llorens Molina, Llorens De Jaime, & Sanz Berzosa, 2012).

En el actual trabajo se pretende crear ambientes de trabajo y actividades que propicien la adquisición de la competencia transversal "Aplicación y pensamiento práctico", que consiste en aplicar los conocimientos teóricos y establecer el proceso a seguir para alcanzar determinados objetivos, llevar a cabo experimentos y analizar e interpretar datos para extraer conclusiones (<http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/info/954715normalc.html>). Para ello se plantea implantar la metodología docente: *Blended learning* o enseñanza semi-presencial. Este tipo de docencia no debe confundirse con la docencia inversa, donde el alumno tiene actividades tanto pre como post clase presencial, y durante la clase presencial se discute o se profundiza sobre los materiales trabajados. *Blending learning* no incluye una evaluación post clase presencial, sino que se realiza durante la realización de la actividad, determinando si los alumnos son capaces de resolver los problemas que van apareciendo.

Con este fin, se ha diseñado la incorporación de la metodología *Blending learning* en las sesiones de laboratorio de la asignatura Fisiología Animal y Humana del segundo curso del Grado en Biotecnología de la *Universitat Politècnica de València* (UPV) (106 alumnos). Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Diseño de una propuesta docente que promueva la aplicación de los conocimientos teóricos a casos prácticos.
- Diseñar una rúbrica de evaluación que permita al docente calificar el desarrollo de la competencia transversal.

METODOLOGÍA

Se han desarrollado actividades *on line*, previo a la clase presencial, con el fin de adquirir los conocimientos necesarios para realizar con éxito la clase presencial. La actividad *on line* se divide en las siguientes secciones (Fig. 1):

- Presentación de la actividad: Descripción breve de los contenidos a trabajar, resultados de aprendizaje y competencias transversales planteadas.
- Introducción Teórica-Práctica: Contenido teórico relacionado con la actividad con enlaces a documentos, vídeos o páginas web que permitan a los alumnos realizar un aprendizaje más profundo del contenido teórico de la actividad.
- Actividad: El alumno al finalizar el módulo debe realizar una actividad (opción múltiple, imagen interactiva, pregunta calculada, verdadero-falso...), que no computará para la nota final, pero si será de obligatorio cumplimiento.



Fig. 1. Secuencia de las tareas a desarrollar

Una vez en la clase presencial, los alumnos deberán realizar las actividades propuestas de forma autónoma. Con el fin de evaluar su capacidad de aplicar el pensamiento práctico, se utilizará la siguiente rúbrica, siendo evaluados los alumnos a medida que van realizando la actividad.

Tabla 1. Rúbrica para la evaluación del proceso de aprendizaje

Categoría	1	2	3	4	Nota
Preparación de la práctica	El alumno no tiene preparada la práctica en absoluto	El alumno ha trabajado los material antes de la clase presencial de forma on-line, pero no tiene el material necesario para su realización (bata, manuales, actividades on line..)	El alumno ha trabajado los material antes de la clase presencial de forma on-line, los comprende, pero no es capaz de aplicar los contenidos teóricos de forma práctica	El alumno comprende perfectamente los contenidos impartidos previo a la clase presencial, los sabe aplicar de forma práctica y tiene todo el material necesario para su realización	
Nivel de intervención del profesorado	El alumno es incapaz de proseguir la práctica sin la intervención del profesorado	El alumno necesita el asesoramiento del profesorado en varias ocasiones pero presenta cierta autonomía	El alumno necesita alguna ayuda puntual, pero es capaz de realizar la práctica por si sólo	El alumno es totalmente autónomo, y realiza la práctica por si sólo	
Finalización de la práctica con éxito	El alumno sólo es capaz de finalizar el 25 % o menos de la práctica con éxito	El alumno es capaz de finalizar hasta 50 % de la práctica con éxito	El alumno finaliza con éxito hasta el 75 % de la práctica	El alumno es capaz de finalizar el 100% de la práctica con éxito	
Nota final					

Para cada una de las categorías (Preparación de la práctica, nivel de intervención del profesorado, finalización de la práctica) se ha establecido una puntuación numérica del 1 al 4, siendo 1 el mínimo y 4 la máxima puntuación. La puntuación total obtenida en la rúbrica se utilizará para la valoración de la competencia transversal; siendo; A: Excelente (11-12), B: Adecuado (8-10), C: En desarrollo (5-7), y D: No alcanzado (1-4).

Una vez finalizada la actividad, los alumnos se someten a una prueba teórico-práctica, que consta de preguntas tipo test o de respuesta abierta, relacionado con las actividades que acaban de realizar durante la clase presencial o de forma *on line* desde casa.

RESULTADOS

En todas las prácticas, la mayoría de los alumnos (n=106) han obtenido la máxima puntuación en el apartado de preparación (Fig. 2.a). Esto nos indica que todos los alumnos han trabajado los conceptos teóricos antes a la práctica, y que todos han llevado los materiales necesarios para su desarrollo. Sin embargo, la autonomía fue bajando con el avance de las sesiones prácticas, posiblemente porque las prácticas más complicadas se distribuyeron al final (Fig. 2.b). De hecho, la calificación obtenida en el grado de ejecución de la práctica (Fig. 2.c), se observaron diferencias entre la práctica G1 y G2-3.

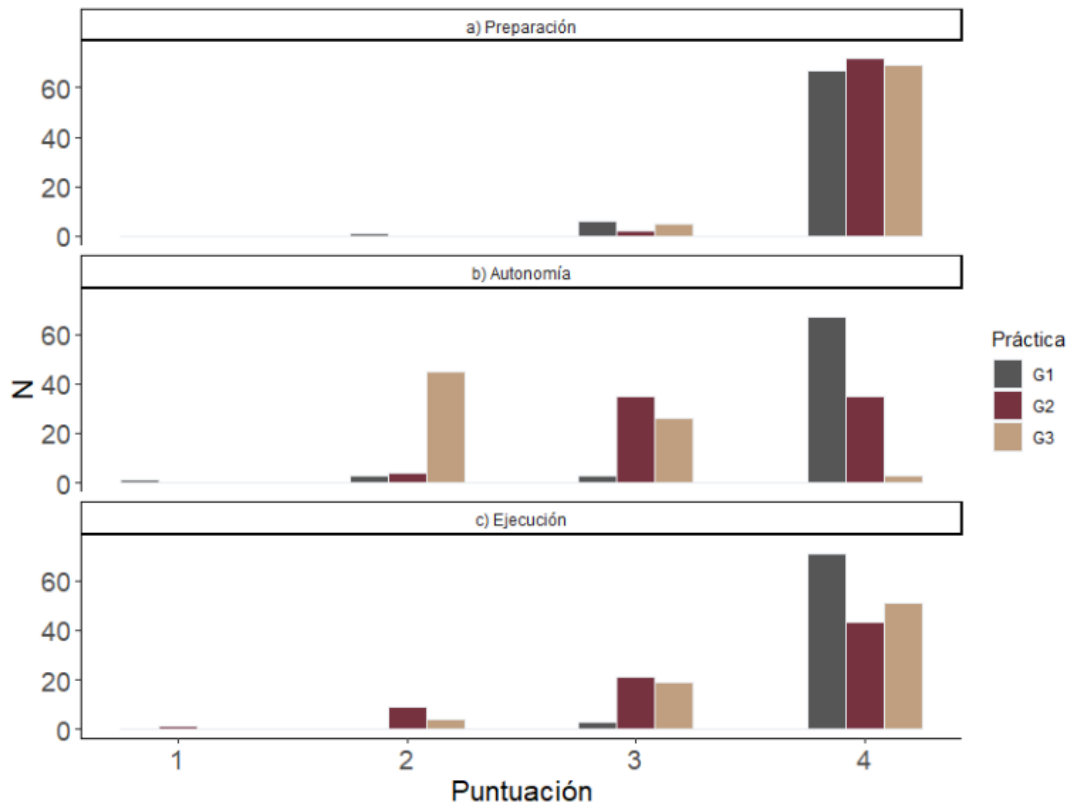


Fig. 1. Porcentaje de estudiantes que han obtenido una puntuación de 1 a 4 en cada categoría de la rúbrica.

Cuando se evalúa el porcentaje de alumnos con una determinada calificación para la competencia transversal a lo largo de las prácticas, la gran mayoría independientemente de la práctica, se encontraban en la calificación de A y B (Fig. 3), lo que indicaba que los alumnos estaban cumpliendo con los objetivos planteados. Además, cuando se observa la nota del examen teórico posterior a la práctica en función de la valoración obtenida en la competencia transversal, se registra una tendencia alcista tanto en los alumnos con la competencia A como B (Fig. 3). Esto nos indica que los alumnos iban mejorando el proceso de aprendizaje a medida que se adaptaban a la nueva metodología docente, incluso cuando la dificultad de las prácticas era superior. Por otro lado, alumnos calificados como "A: Excelente" para el pensamiento práctico fueron los que obtuvieron las notas más altas en el examen teórico posterior. Esto sugiere que la metodología propuesta ayuda no sólo a desarrollar el pensamiento práctico sino además interiorizar los conceptos. Finalmente, la media categórica de la competencia

transversal es de "A: Excelente", por lo tanto, se puede afirmar que la metodología docente aplicada "Blending learning" es efectiva a la hora de desarrollar el pensamiento práctico.

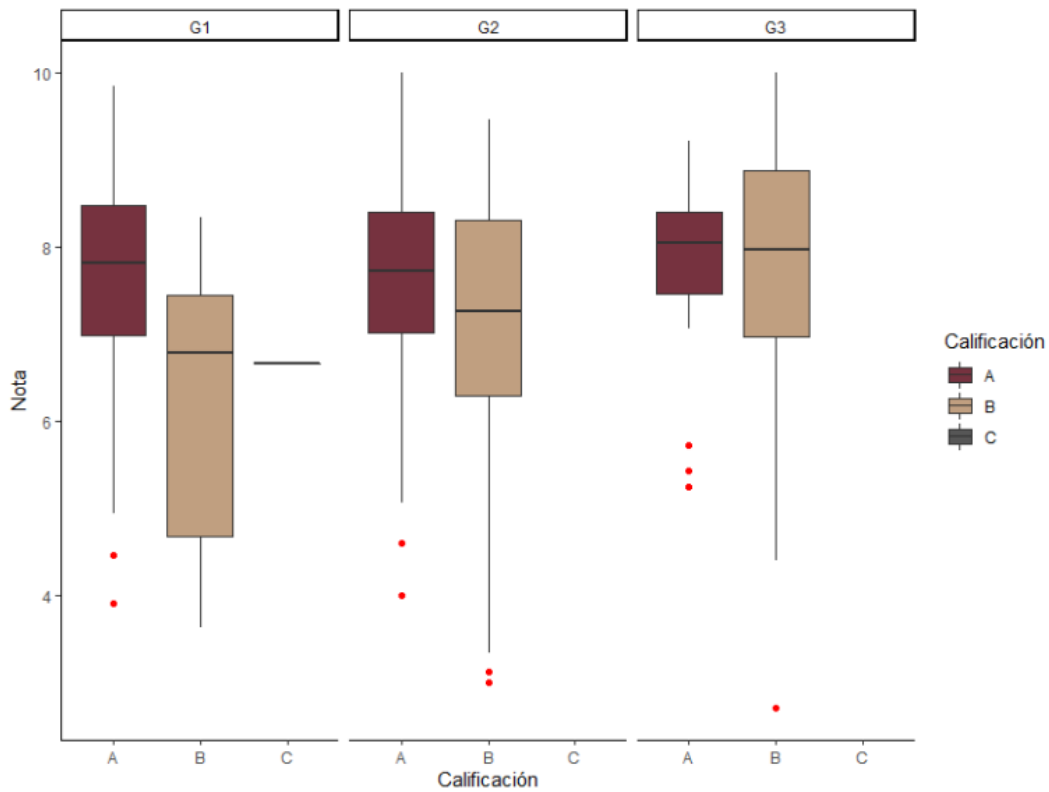


Fig. 3. Nota obtenida en la práctica en función de la valoración de la competencia transversal "Pensamiento práctico". Los puntos rojos son alumnos anómalos para la distribución a la que pertenecen.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que los objetivos planteados se han cumplido, ya que la media categórica de la competencia transversal es de "A: Excelente", por lo tanto, se puede afirmar que la metodología docente aplicada "Blending learning" es efectiva a la hora de aplicar los conocimientos teóricos a un caso práctico. Además, se ha mostrado como una metodología docente muy adaptable en un momento de alta variabilidad debido a la pandemia, permitiendo adaptar la docencia a las necesidades docentes gracias a la combinación de la docencia presencial con una *on line*.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer el apoyo del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València al proyecto PIME/20-21/213 "Estrategias para favorecer la autorregulación en el aprendizaje de competencias".

REFERENCIAS

Barberà O., V. P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 14(3), 365–379. Retrieved from <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21466/93439>

Blending learning como metodología docente para el desarrollo de la competencia transversal: "Aplicación y pensamiento práctico"

Cano, M. F. C. (2019). ABP: repensando los laboratorios de química. REDU: Revista de Docencia Universitaria, 17(2), 4.

Cooper, M. M., Sandi-Urena, S., & Stevens, R. (2008). Reliable multi method assessment of metacognition use in chemistry problem solving. Chemistry Education Research and Practice, 9(1), 18–24.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 12(3), 299–313. Retrieved from https://scholar.google.es/scholar?hl=ca&as_sdt=0%2C5&q=Hacia+un+enfoco+más+crítico+del+trabajo+de+laboratorio&btnG=

Llorens Molina, J. A., Llorens De Jaime, J. M., & Sanz Berzosa, I. (2012). La caracterización del ambiente de aprendizaje en un laboratorio de química general mediante métodos de investigación social. Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 30(1), 5–22.

Velandia, M. A. A., Morales, F. H. F., & Duarte, J. E. (2011). Utilización de material didáctico para la enseñanza de los conceptos de ciencia y tecnología en niños. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2(1), 35–43.

Yaoxiang, L. (2019). Practical Thinking and Innovative Strategy of Diagnosing and Improving Teaching Work in Higher Vocational Colleges. Advances in Educational Technology and Psychology, 3(1), 80–88.

WEB:

Competencias transversales UPV. (2012). <http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/info/954715normalc.html>

Prácticas en Ingeniería de Vehículos: Programación en MATLAB del procesado de datos experimentales en ensayos de neumáticos

Javier Pérez Fernández*, Manuel Alcázar Vargas, Ignacio Sánchez Andrades, Enrique Carabias Acosta y Juan J. Castillo Aguilar

Universidad de Málaga, Departamento Ingeniería Mecánica, Térmicas y de Fluidos
(*javierperez@uma.es).

Abstract

The aim of this work is to involve the student in the measurement and data processing of tire laboratory experiments in the course of vehicle engineering. Data processing, due to its complexity, is often omitted, however, this proposal teaches students to deal with sensor noise, range, and accuracy of each measurement. By using a MATLAB template, they will design data filtering and processing methods.

Keywords: Vehicle Engineering, Data Processing, Programming, MATLAB.

Resumen

En este trabajo, se pretende involucrar al estudiante en el proceso de medición y procesamiento de los datos en las prácticas de laboratorio de neumáticos en la asignatura de ingeniería de vehículos. El procesamiento de los datos, debido a su complejidad suele omitirse, sin embargo, esta propuesta enseña a los estudiantes a tratar con el ruido de los sensores, el alcance y la precisión de cada medición. Partiendo de una plantilla MATLAB diseñaran métodos de filtrado y procesamiento de datos.

Palabras clave: Ingeniería de vehículos, Procesamiento de datos, Programación, MATLAB.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La utilización de MATLAB en prácticas de laboratorio permite al estudiante realizar el tratamiento de datos experimentales directamente con pocas líneas de código y con una fácil representación (Attaway, S., 2018) (J. L. Vicéns Moltó et al., 2015). Además, los recursos online para su aprendizaje son elevados y de fácil acceso, con más de 2000 libros según MathWorks y una gran oferta en OpenCourseWare (OCW), por ejemplo (Universidad Politécnica de Madrid, 2022). MATLAB es ampliamente empleado dentro de la industria automovilística. En consecuencia, parece conveniente introducir al estudiante en el manejo de este software mediante su uso en las prácticas de la asignatura de ingeniería de vehículos (Escuela de

Ingenierías, 2022). La docencia se imparte en el cuarto curso de los grados de ingeniería mecánica (GIM), tecnologías industriales (GITI) y robótica y mecatrónica (GIERM).

La temática elegida para estas sesiones prácticas es el estudio de la dinámica del contacto en neumáticos. Las fuerzas presentes en el contacto muestran un comportamiento fuertemente no lineal de la adherencia ante esfuerzos verticales, longitudinales, laterales y combinados (Gerald R. Potts, 2022) La toma de datos empíricos en banco de ensayos establece las bases de los modelos matemáticos utilizados con mayor frecuencia en la industria (H. B. Pacejka, 2006). Por todo ello, la practica propuesta evalúa y analiza un neumático comercial haciendo utilización del banco de ensayos de neumáticos de la tipología “Flat-Track” (Fig. 1). Se establecen los siguientes objetivos a cumplir por la metodología durante la realización de la práctica.

- Involucrar al estudiante en la representación y procesamiento de datos medidos por el banco de ensayo de neumáticos.
- Comprender el comportamiento vertical, longitudinal y lateral de un neumático.
- Representar las curvas de comportamiento tras el procesado de los datos y su ajuste teórico.
- Resolver cuestiones que relacionan la práctica de laboratorio con la teoría.

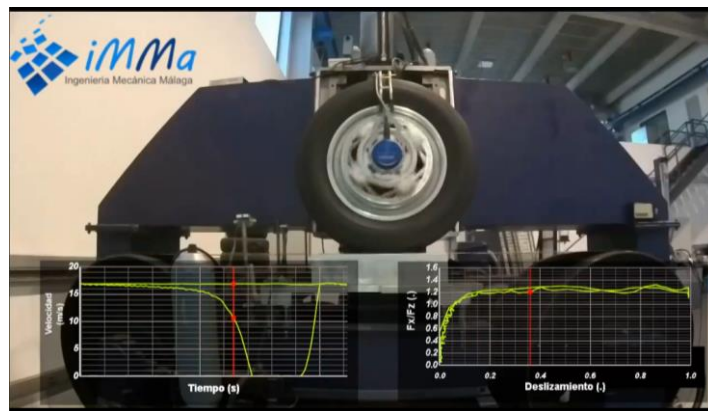


Fig. 1. Banco de ensayo de neumáticos. Video del ensayo longitudinal con los datos superpuestos.

METODOLOGÍA

La práctica de neumáticos se realiza en dos fases: la primera requiere normalmente de la asistencia al laboratorio de vehículos; la segunda comprende trabajo individual por parte del estudiante, teniendo que entregar el procesado de los datos.

Si por algún motivo (enfermedad, COVID ...) no se pudo asistir al laboratorio, las prácticas presenciales se han grabado en video y superpuesto los datos procesados (Fig. 1) para que el estudiante comprenda cada ensayo, así como los datos que deben calcular. Estos videos están disponibles desde el campus virtual en el tema correspondiente al estudio de neumáticos (Fig. 2).

El trabajo individual se sube a una tarea habilitada en el campus virtual, típicamente con una semana de diferencia con respecto a la visita al laboratorio. Durante esa semana en clase se habilita un periodo de preguntas y respuestas para resolver cualquier duda que surja sobre la resolución de la práctica.

El trabajo se divide en 4 ensayos donde se analiza el comportamiento vertical, lateral y longitudinal del neumático. Cada ensayo va implicando más al estudiante en el procesado y representación, de manera que estudiantes con poca experiencia en programación MATLAB adquieren los conceptos de forma progresiva a la par que interiorizan el conocimiento de la dinámica del neumático.

El estudiante tiene disponible para la entrega del trabajo en el campus virtual tanto los datos grabados en el ensayo (.mat) como una plantilla por cada uno de los ensayos (.m). Los datos están accesibles directamente, de forma que el estudiante obtiene los datos originales sin procesar generados por el banco de ensayos. Por otro lado, mediante el uso de la plantilla se puede visualizar los datos y realizar la tarea requerida por el estudiante.

Las plantillas para los 4 ensayos se dividen en 5 apartados (Fig. 3): El primero de inicialización donde se eliminan datos de cualquier otra ejecución previa de código en MATLAB. Esto previene errores cuando es la primera vez que un estudiante utiliza MATLAB, ya que podría interferir en la ejecución del ensayo. El segundo apartado preprocesa los datos aportándole nombre y ganancias necesarios para facilitar la manipulación de estos. El tercer apartado realiza una representación de los datos grabados por la máquina de ensayos, de esta forma el estudiante se familiariza con la representación de datos, graficas, títulos etc. El cuarto apartado requiere la interacción por parte del estudiante en forma de código, utilizando las variables previamente definidas. En el último apartado se realizan preguntas teóricas sobre cada ensayo que deben responderse en esa sección, a modo de comentarios.

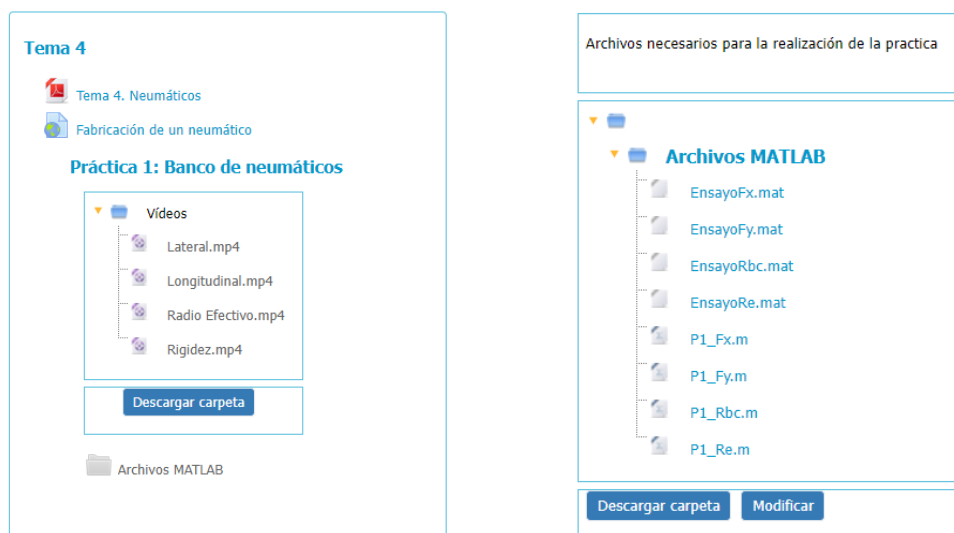


Fig. 2. Vista de la asignatura en el campus virtual.

La tarea para realizar por el estudiante en cada ensayo se describe a continuación:

Ensayo 1: Radio Bajo Carga (Rbc)

El primer ensayo se realiza en estático, sin la rotación del neumático, para simplificar el procesado de los datos. Solo requiere la intervención del estudiante para la representación de los datos de rigidez. De esta forma, sin necesidad de comandos adicionales, el estudiante puede resolver el ensayo y familiarizarse con el entorno de trabajo.

Ensayo 2: Radio Efectivo (Re)

En el segundo ensayo, con la rueda girando, se estudia el comportamiento vertical con rodadura. El estudiante debe utilizar la medición de velocidades y calcular el radio efectivo del neumático en cada instante de tiempo. Con ello, el estudiante aprende a realizar operaciones con vectores, que es uno de los reclamos principales de MATLAB

Ensayo 3: Longitudinal (Fx)

Con el tercer ensayo se pretende realizar el cálculo del nivel de deslizamiento y adherencia longitudinal del neumático durante una frenada. En este caso para el procesado de los datos es necesario utilizar comandos no introducidos hasta el momento, por ejemplo, para voltear y ajustar los datos del ensayo.

Ensayo 4: Lateral (Fy)

El cuarto ensayo, al igual que el tercero, requiere que el estudiante realice todo el procesado a la par que estudia la dinámica lateral del neumático. Se le sugiere la utilización de algunos comandos de MATLAB para guiarlos en la programación.

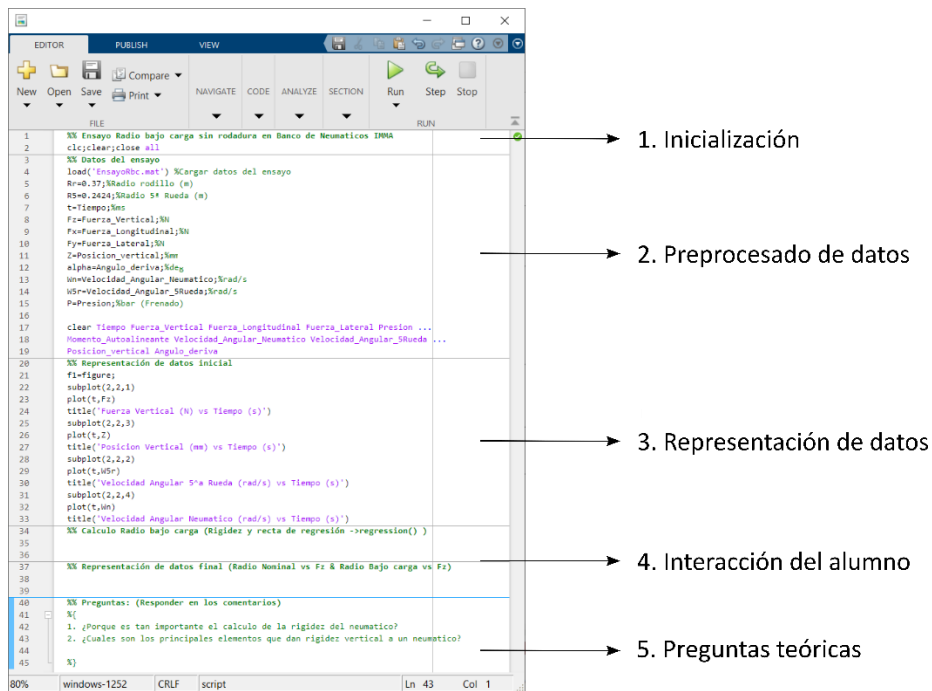


Fig. 3. Plantilla MATLAB

RESULTADOS

Como valor indicativo de la introducción de las practicas con MATLAB en la asignatura de Ingeniería de vehículos se ha utilizado las encuestas realizadas por el servicio de calidad (Universidad de Málaga, 2022). En ésta se valora la satisfacción del alumnado al finalizar la asignatura. Del total de 14 preguntas realizadas al alumnado se han seleccionado las dos correspondientes a las prácticas de laboratorio, estas son:

- ¿Se han coordinado las actividades teóricas y prácticas previstas?
- ¿Las actividades desarrolladas (teóricas, prácticas, de trabajo individual, en grupo,) están contribuyendo a alcanzar los objetivos de la asignatura?

Los estudiantes responden a dichas preguntas asignando una valoración de 1 (No satisfactorio) hasta 5 (Muy satisfactorio). Las encuestas muestran como la valoración media obtenida (Fig. 4) a partir del curso de implantación de estas prácticas ha aumentado considerablemente, con incrementos superiores al 60 % en coordinación y al 40 % en valoración de las actividades en tan sólo dos cursos. Esto muestra la satisfacción general con la implantación de las practicas, ya que la involucración en las practicas contribuye a alcanzar los objetivos de la asignatura. De esta forma se facilita la adquisición de los conocimientos requiriendo menos esfuerzos para el examen final de la asignatura.

Indicar que, en los comentarios adicionales proporcionados por los estudiantes en varios casos han mencionado las prácticas y el valor añadido que aportan a la docencia en esta asignatura:

- “Con las prácticas, trabajos y asistencia obligatoria considero que es suficiente para aprender los contenidos”
- “Las practicas son bastante entretenidas y didácticas”

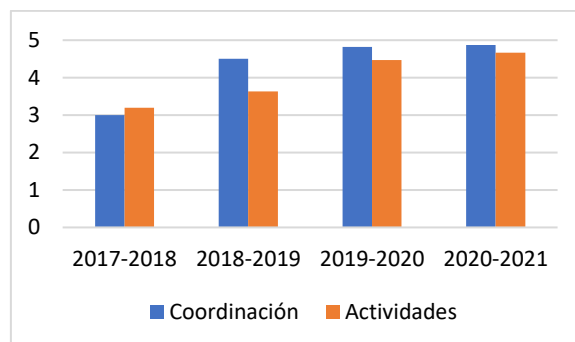


Fig. 4. Resultado histórico encuestas de satisfacción

CONCLUSIONES

La utilización de MATLAB para la realización de las prácticas de ingeniería de vehículos acerca al estudiante a un software ampliamente utilizado en la industria del automóvil a la vez permite introducirlos en el procesado de datos experimentales. La implementación de estas prácticas durante los últimos tres años ha permitido que estudiantes sin experiencia en este

lenguaje adquieran los conocimientos necesarios para el procesado y tratamiento de datos experimentales.

El nivel de satisfacción general es elevado, ya que es un enfoque que involucra al estudiante en la obtención de los datos desde la primera etapa de un proceso de ensayo. Con este método se va guiando al estudiante de forma progresiva para comprender el comportamiento de un neumático sometido a diferentes esfuerzos.

Año tras año los datos y preguntas deben actualizarse para evitar que el estudiante utilice archivos ya resuelto por estudiantes de años anteriores. Este es el principal motivo de realizar preguntas teóricas para analizar si el estudiante conoce y comprende la problemática asociada al tratamiento de datos experimentales de ensayos.

En la actualidad se está trabajando en extender esta metodología a otras prácticas de la asignatura como frenado y suspensiones.

REFERENCIAS

- Attaway, S. (2018). MATLAB: a practical introduction to programming and problem solving (Fifth edition.). Elsevier, Butterworth-Heinemann.
- Escuela de Ingenierías. (10 de mayo de 2022). *Ingeniería de Vehículos Automóviles* <https://www.uma.es/centers/subject/escuela-de-ingenierias-industriales/5207/51087/>
- Gerald R. Potts (2022) The Tire as a Vehicle Component, *C0101 Course*, SAE.
- H. B. Pacejka (2006). Tyre and Vehicle Dynamics, Elsevier, Butterworth-Heinemann.
- J. L. Vicéns Moltó, B. Zamora Parra, D. Ojados González (2015), Uso de Matlab para resolución de problemas, orientado al fomento del aprendizaje reflexivo en la Enseñanza de la Ingeniería. *23 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*, Valencia
- Universidad de Málaga. (10 de mayo de 2022). *Servicio de Calidad Universidad de Málaga* <https://www.uma.es/calidad/>
- Universidad Politécnica de Madrid. (10 de mayo de 2022). OpenCourseWare: *MATLAB aplicado a la ingeniería telemática*. <http://ocw.upm.es/course/matlab-aplicado-ing-telematica?section=3>

Implantación de la “flipped classroom” en la asignatura de Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos de un Grado Bilingüe

Celia Miguel González, Katia M^a Argüelles Díaz, Mónica Galdo Vega, Adrián Pandal Blanco, Raúl Barrio Perotti, Alberto Menéndez Blanco, Jesús M. Fernández Oro, Manuel García Díaz y José González Pérez^a

^aÁrea de Mecánica de Fluidos. Ed. Departamental Zona Este. Campus de Viesques. c/Wifredo Ricart, s/n. 33203 Gijón (España). E-mail: aviados@uniovi.es.

Abstract

Se muestra un modelo de clase invertida (“flipped classroom”) para una asignatura de Ingeniería impartida en un Grado en inglés. Las bases del modelo son: generación y mejora de las transparencias del curso, utilización de material audiovisual con las clases de teoría y desarrollo de unas pruebas objetivas a través de la herramienta Kahoot (gamificación). Se ha constatado una mejoría de la actitud de los alumnos frente a la asignatura, lo que alienta su posible implantación en otras del Área.

Keywords: Flipped classroom, gamification, Mechanical Engineering, remote classes.

Resumen

A “Flipped classroom” model has been developed for an engineering Fluid Machinery lecture. The intermediate steps for its development are: development of lecture slides, creation of video material with the theory classes and development of multiple choice questionnaires through the Kahoot tool, typical of gamification methodologies. It has been possible to verify a significant improvement in the attitude of the students towards the subject, which encourages its possible extension to other courses.

Palabras clave: Clase invertida, gamificación, Ingeniería Mecánica, docencia en remoto.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La asignatura Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos (FMS, del acrónimo del nombre en inglés) se imparte en el Grado de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica de Ingeniería (EPI de Gijón) de la Universidad de Oviedo. En concreto, esta asignatura se enmarca en el primer semestre del tercer curso de dicho Grado y se imparte en dos modalidades: en español y en Inglés, dentro del itinerario bilingüe de la EPI, siendo esta última la base para este artículo.

La asignatura FMS está enmarcada dentro de los créditos obligatorios de la materia de Energía y Medio Ambiente, común al módulo de tecnologías mecánicas del Plan de Estudios de Grado en Ingeniería Mecánica, es una asignatura de 6 créditos ECTS con una orientación claramente

tecnológica. La asignatura constituye una materia de tercer curso cuyo objetivo es proporcionar al alumno el conocimiento de los principios de funcionamiento y aplicaciones de las máquinas de fluidos e introducirles en las tecnologías de transporte de fluidos, transmisión de potencia, propulsión, conversión energética y otras aplicaciones de la ingeniería de fluidos.

Este artículo tiene como objetivo mostrar la implantación de una metodología de clase invertida o “Flipped Classroom” para dicha asignatura. Esta metodología docente ha generado mucho interés en la Educación Superior y en muchas universidades del mundo durante los últimos años (Albert, 2014). En la actualidad, algunas Universidades Españolas desarrollan sus planes siguiendo dicha metodología. Los efectos de la pandemia en los distintos planes de estudio y diseño de asignaturas han traído severos cambios y las metodologías consideradas previamente como minoritarias han encontrado una inusitada difusión (Cho, 2021). Las herramientas de partida para una metodología de este tipo pueden variar desde herramientas de educación en remoto (Morris, 2020) u otras que puedan tener sus bases en ideas de gamificación (López, 2019). Ambas metodologías se aúnan en la presente iniciativa. Los aspectos positivos de la innovación en cuanto a la clase invertida son siempre mayores que los posibles problemas o aspectos negativos (Cho, 2021).

METODOLOGÍA

La implantación de la clase invertida aquí mostrada se basa en utilizar los materiales previos disponibles (Shi, 2019), desarrollados en FMS desde el curso 2013-2014 hasta la actualidad, completando tres etapas o escalones previos (Fig. 1). En particular, se dispone de las transparencias del curso (desarrolladas para el grupo bilingüe, en inglés), una serie de vídeos en YouTube, que completan la teoría de la asignatura y varios juegos-cuestionarios en Kahoot empleados para la evaluación de cada tema

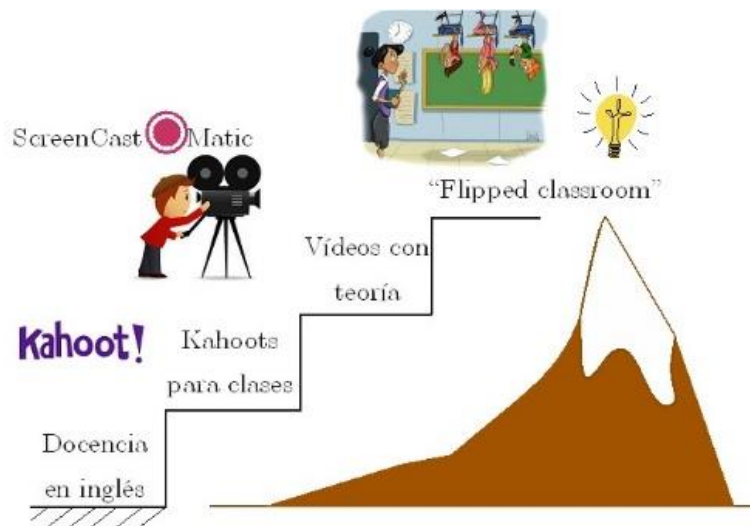


Fig. 1. Modelo de “Flipped classroom” desarrollado.

A continuación, se detalla cómo se desarrolló el modelo de clase invertida para la asignatura de FMS. El material de base, desarrollado a lo largo de la docencia en inglés desde el curso 2012-2013 y a través de varias iniciativas docentes en los últimos cursos, se compone de:

- Transparencias de la asignatura (González, 2020). Se dispone de material para los cinco temas en inglés. En la Tabla 1 se muestra la distribución en cuanto al número de transparencias de teoría del curso.

Tabla 1. Transparencias de la asignatura FMS.

# Tema	FMS - Transparencias	Número
1	Introduction	43
2	Positive displacement machines	52
3	Basic principles of turbomachinery flows	45
4	General theory for turbomachinery flows	71
5	Pumping systems	57
Total		268

- Desde la implantación de un proyecto de gamificación “Gamiflu” en el curso 2019-2020, se dispone de 5 pruebas parciales (juegos) en la plataforma Kahoot para la asignatura elegida (Kahoot, 2019). En realidad, el proyecto englobaba 2 asignaturas y se construyeron 10 juegos, con 20 preguntas cada juego. También se dispone de 2 juegos adicionales, que fueron usados como exámenes de teoría en el curso 2019-2020, ante la situación generada por la Covid-19.
- Material audiovisual. Desde el curso 2020-2021, se dispone de grabaciones de las clases teóricas de la asignatura en dos versiones. La versión en directo o síncrona (que la realiza la plataforma MS Teams, utilizada por la Universidad de Oviedo como herramienta para impartir las clases del curso 2020-2021, cuando no se podían realizar de forma presencial. Y la versión “de estudio” o asíncrona, utilizando el programa Screencast-O-Matic, de acuerdo con las nuevas tendencias en impartición de clases en remoto (Panopto, 2020). En cuanto a las transparencias del curso, se facilita a los alumnos un PDF con todas ellas antes del inicio de este. De hecho, esto ya se viene haciendo regularmente desde que se imparte la asignatura en el grado bilingüe. Este material se les proporciona a los alumnos a través del Campus Virtual de la asignatura. Adicionalmente, se proporcionan los enlaces a los vídeos de YouTube con las explicaciones del profesor. En la Fig. 2 – izquierda se muestra una captura de pantalla de uno de los vídeos y en la Fig. 2 – derecha se muestra un ejemplo de dichas clases. En la actualidad, se han agrupado las clases en una lista de reproducción de YouTube donde se pueden consultar todas a la vez. La dirección de dicha lista es:

https://www.youtube.com/playlist?list=PL2QKakodq_I0xs_kK06gRrvaeKJg7WG7P
- Desde la implantación de los vídeos como método para explicar la teoría, se pudo comprobar una mejoría en la nota de las actividades relacionadas con dichas clases de teoría. En particular, se observó y respecto al valor máximo de 0.5 puntos, un incremento de 0.04 desde la implantación de los vídeos en la asignatura de FMS. Es decir, una mejoría del 8 %.



Fig. 2. Ejemplo de vídeo utilizando el programa Screencast-O-Matic y clase teórica (código QR) con enlace directo.

Respecto a las tareas de los alumnos, además de las propias del modelo de clase invertida, se les planteó explicar en clase y en grupos preestablecidos los problemas que se plantean habitualmente para cada tema (para los que se les aporta la solución detallada), así como también desarrollar un problema del que no tienen la solución. Por tanto, la estructuración final de las actividades para cada tema quedó establecida según la siguiente lista de tareas/actividades:

- A) Actividades previas por parte de los alumnos:
 - Lectura de las transparencias de cada tema.
 - Visualización de los vídeos del tema. Son entre 3 y 5 vídeos de 15 minutos por tema.
- B) Actividades para realizar en clase:
 - Planteamiento de dudas en clase. Se utilizarán 1 o 2 horas por tema.
 - Cada grupo preparará la exposición de los problemas o el problema a desarrollar, según le toque en la división en grupos de las tareas. Se prevé solicitarles un entregable en forma de hoja de actividades realizadas, además de los materiales que ellos desarrollen para explicar en clase
 - Clase final de cada tema en la que se plantearán al profesor las dudas que queden.

Por lo tanto, las tecnologías involucradas han sido: MS PowerPoint (transparencias), Screen-O-Matic (vídeos), Kahoot (pruebas de seguimiento) y YouTube (plataforma vídeos).

RESULTADOS

Con el fin de evaluar el éxito del proyecto durante el curso 2021-2022 en la asignatura FMS, los alumnos realizaron dos diferentes encuestas de forma presencial, por escrito y de forma anónima y voluntaria. La primera de ellas centrada en valorar la calidad del material audiovisual aportado (vídeos con las clases teóricas), y la segunda en calificar la aplicación del concepto de clase invertida. Se plantearon en total 10 preguntas, 5 por cada encuesta, más un último apartado de sugerencias. Las preguntas realizadas en cada encuesta se detallan a continuación. Para el material audiovisual:

- ¿Has visto los videos con las clases teóricas?
- ¿Encuentras que los videos están realizados correctamente?
- ¿Crees positiva la opción de poder ver las clases de manera repetitiva?

- ¿Consideras apropiada la aplicación de video utilizada para generar el material?
- Globalmente hablando, ¿cuál es tu nivel de satisfacción con los videos?

En cuanto a la encuesta para la clase invertida, se preguntaba:

- ¿Has seguido la evaluación continua de la asignatura?
- ¿Crees que las estructuras de las clases están bien construidas?
- ¿Consideras razonable la carga de trabajo en comparación con el desarrollo de una clase tradicional?
- ¿Cuál es tu opinión sobre el material ofrecido?
- Globalmente hablando, ¿cuál es tu nivel de satisfacción con la aplicación del concepto “clase invertida”?

Los alumnos eligieron para cada pregunta una de las cuatro opciones de respuesta que se muestran en la escala de la Fig. 3. Dicha escala gradúa la respuesta a cada pregunta desde “Muy de acuerdo” hasta “Totalmente en desacuerdo”, pasando por “De acuerdo” y “En desacuerdo”.

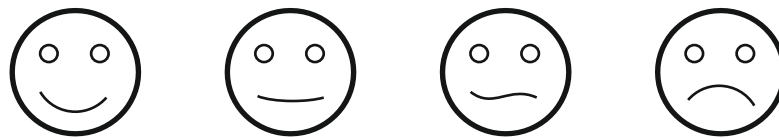


Fig. 3. Iconos generados para la encuesta de satisfacción sobre el proyecto de innovación.

Para el análisis de las respuestas obtenidas se ha realizado una valoración numérica de cada valor de la escala, otorgando un 10 a “Muy de acuerdo”, un 7 a “De acuerdo”, un 4 a “En desacuerdo” y un 1 a “Totalmente en desacuerdo”.

A la vista de los resultados obtenidos en las encuestas, se puede afirmar que el 74.28% de los alumnos ha seguido las clases teóricas a través de los vídeos ofrecidos. Además, un 87.14% del alumnado encuentra que los videos están correctamente realizados, y un 91.43% considera apropiada la aplicación de video utilizada para su realización. Cabe destacar, que disponer de los vídeos para poder recurrir a ellos de manera repetitiva es algo que los alumnos valoran positivamente de manera unánime, y que el 82.86% de los alumnos muestran una alta satisfacción general con los videos.

Por otra parte, el 95.71% de los alumnos ha seguido la evaluación continua de la asignatura según la metodología de clase invertida. Un 91.43% encuentra que la estructura de la clase está bien construida y considera razonable la carga de trabajo en comparación con el desarrollo de una clase de manera tradicional. Y, para terminar con este análisis de los datos, los alumnos muestran de manera unánime satisfacción tanto con el material ofrecido como con el concepto de clase invertida aplicado.

En resumen, se ha comprobado que, como valoración general, la impresión final es muy positiva, con un 91.43% de satisfacción global entre los encuestados.

CONCLUSIONES

Se ha mostrado la metodología de clase invertida (“Flipped classroom”) aplicada a la asignatura Máquinas y Sistemas Fluidomecánicos del Grado Bilingüe en Ingeniería Mecánica

en la Universidad de Oviedo. El modelo desarrollado implicó la utilización de una serie de vídeos grabados previamente con las clases teóricas para la que se han descrito las actividades: lectura de transparencias y visionado de los vídeos de cada tema. A continuación, en grupos, los alumnos resuelven los problemas del tema y un problema adicional por cada tema, realizando las explicaciones que consideren oportunas en clase. En su conjunto, la metodología desarrollada involucra tres aspectos docentes avanzados: posibilidad de aprendizaje en remoto, gamificación y actividades transversales.

Se ha implantado la metodología descrita en este artículo durante el curso 2021-2022. Para la evaluación del impacto del proyecto, se realizó una encuesta de satisfacción, cuyos resultados fueron bastante prometedores. En general, se ha observado una actitud mucho más positiva de los alumnos frente a la asignatura, pese a incrementarse la carga de trabajo fuera del aula. Esto se ha podido constatar no solo en las encuestas sino en la forma de trabajo en el aula e incluso en la nota relativa a dichas actividades, que se incrementó en un 8 %.

Finalmente, cabe destacar que la experiencia ha sido muy positiva y los datos obtenidos muy interesantes, por lo que se plantea extender dicha metodología a otras asignaturas del Área y compartir los resultados obtenidos con el resto de la comunidad educativa universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del artículo agradecen al Instituto de Investigación e Innovación Educativa (INIE) de la Universidad de Oviedo la financiación recibida para proyectos de innovación docente (2022-2023), en concreto, para el tramitado con número de Expediente: 124500.

REFERENCIAS

- Albert, M., Beatty, B. J. (2014). Flipping the classroom applications to curriculum redesign for an introduction to management course: Impact on grades. *Journal of Education for Business*, 89(8), 419–424.
- Cho, H.J., Zhao, K., Lee, C.R., Runshe, D., Krousgrill, C. (2021). Active learning through flipped classroom in mechanical engineering: improving students’ perception of learning and performance. *International Journal of STEM Education*, 46 (8). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00302-2>.
- González, J. (2020). Lecture notes on Fluid Machinery and Systems. EPI de Gijón. Universidad de Oviedo.
- Kahoot: Make learning awesome. <https://kahoot.com/> (última consulta, 17 de diciembre de 2019).
- López, A., Martínez, M., Pardo, M^a.C., Rubio, J.C. (2019). “Kahoot! as gamification teaching resource in Business Organization subjects”. 13th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. XXIII Congreso de Ingeniería de Organización, Gijón, Spain, July 11-12, 167-168.
- Morris, K. (2020) “The educator’s guide to using video in teaching and learning”. <https://www.theedublogger.com/video-teaching-learning/> (Último acceso, 3 de febrero de 2021).
- Panopto, (2020). “The best way to record class lectures online”. <https://www.panopto.com/blog/how-to-record-class-lectures-with-lecture-capture-software-and-apps/> (Último acceso, 21 de diciembre de 2020).
- Shi, Y., Ma, Y., MacLeod, J., Yang, H. H. (2019). “College students’ cognitive learning outcomes in flipped classroom instruction: a meta-analysis of the empirical literature”, *Journal of Computational Education*, 1-25.

Towards skill-based evaluation in a hybrid learning context: an experience in Aircraft Maintenance

M. Carreres^a, R. Navarro^b, A. Tiseira^c y J. Gomez-Soriano^d

Universitat Politècnica de València, ^amarcarta@mot.upv.es, ^bronagar1@mot.upv.es, ^canti1@mot.upv.es, ^djogoso1@mot.upv.es.

Abstract

COVID19 forced Higher Education to take place virtually. The evaluation process was particularly sensitive, mostly if it involved written tests. Still, it posed an opportunity to revise learning activities and evaluations. The Aircraft Maintenance course at UPV was driven from a content-based evaluation toward a skill-based one, replacing an open answer test with a thorough assignment. Student grades and surveys motivated the perpetuation of the activity once students were back in a classroom.

Keywords: skill-based evaluation; hybrid learning; aircraft maintenance; written reports.

Resumen

La COVID19 obligó a la Educación a tener lugar virtualmente. El proceso de evaluación se vio afectado, máxime si consistía en pruebas escritas. Pero fue una oportunidad para revisar actividades de aprendizaje. La evaluación de la asignatura Mantenimiento de Aeronaves de la UPV viró de centrada en contenidos a centrada en competencias, reemplazando una prueba escrita por un trabajo académico intenso. Las calificaciones y sondeos motivaron que este enfoque continuara de vuelta a la presencialidad.

Palabras clave: evaluación centrada en competencias; aprendizaje híbrido; mantenimiento de aeronaves; informes escritos.

INTRODUCTION AND OBJECTIVES

As opposed to the traditional content-based learning methodologies, skill-based learning aims at building knowledge by developing practical expertise in a particular area. This learning method and the use of active methodologies end up relating to the so-called *deep learning* in contrast to *surface learning* (Baeten, 2010), allowing students to think critically and communicate effectively with others as well as developing them as lifelong learners. Some authors found the assessment methods have a strong impact on the approaches taken by students to a subject, with multiple choice examinations encouraging surface learning and assignment essays assessing higher levels of cognitive processing (Scouller, 1998). The present work depicts an experience of replacing an open answer test by a thorough written assignment in search of deep learning in an Aircraft Maintenance course.

The Aircraft Maintenance course at Universitat Politècnica de València (UPV) belongs to the 4th year (8th semester) of the "Aircraft" speciality with an enrolment rate of 45-50 students per year. It is conceived to provide students with knowledge of defining maintenance in design and to develop the ability to maintain the airworthiness of an aircraft fleet. It is therefore linked to several learning outcomes such as the fundamentals of maintainability of a design; the maintenance of existing aerospace vehicles, powerplants, systems and facilities; and the ability to apply regulations in the exercise of the professional duties of an aerospace engineer. To this end, two main modules are proposed: a) Fundamentals of Maintenance Engineering; and b) Aircraft Maintenance Management. Additionally, the course works as a *control point* for three soft skills of the UPV institutional project (UPV, 2020): a) Effective communication, b) Knowledge of current issues and c) Planning and time management. Each of these is worked on in relation to demonstrating an understanding of the legislation applicable to European airline maintenance policy, to decision-making in maintenance engineering, to the day-to-day problems of aircraft maintenance management and, finally, to the complexity of scheduling the maintenance of an air fleet for a company.

Assessments are an important point in demonstrating whether a learning outcome has been achieved. On the one hand, a good assessment system allows students to have confidence on the quality of their training. On the other hand, it encourages employers to have confidence in accredited students. Until the 2018/19 academic year, learning outcomes in the Aircraft Maintenance course were mostly assessed through multiple-choice tests (40% of the course) for each module, a problem-based test for the first module (25%) and an open-response test for the second module (25%). Active methodologies were only used in the lab session reports (10%) (García-Cuevas, 2016) and most learning and assessment activities were content-based. The COVID-19 pandemic forced a virtual environment by the time the second module was developed in the 2019/20 academic year. This context did not encourage assessment through an open-ended test. Far from being a problem, shifting from face-to-face activities to remote or hybrid learning contexts was perceived as an opportunity to review the course activities and begin to steer them towards skills-based tasks and assessments, as it happened elsewhere (Ayuningtyas, 2020). Hence, the second open response test was replaced by a written task that would force students to train and develop the ability to understand and apply continuing airworthiness regulations.

The ultimate objective of the investigation is to assess whether the implemented methodology forces students to adopt a *deep learning* approach towards the course rather than a *surface-based* one, allowing them to attain a lifelong learning skill related to United Nations Sustainable Development Goal (UN SDG) 4. Hence, the specific objectives are:

- To propose a methodology that allows steering a course towards active learning.
- To gather evidence about the impact of the activity on student performance and opinion.
- To analyze the results to an extent that confirms if the proposed activity can be considered as a skill-based learning methodology rather than a content-based methodology.
- To develop a student's lifelong learning attitude towards aircraft maintenance that raises awareness on the opportunities of these disciplines in terms of UN SDGs 8 (Decent Work and Economic Growth) and 13 (Climate Action).

METHODOLOGY

The aforementioned module of Aircraft Maintenance Management is built around EU regulations 748/2012 (airworthiness certification) and, especially, 1321/2014 (continuing airworthiness). Considering how important but challenging is to teach technical regulations in engineering, this module is considered as ideal to shift the assessment from an exam with open-ended questions to a written task and thus promote students deep learning in this matter, which is the objective of this investigation.

The new written assignment for the course of Aircraft Maintenance was defined following the guidelines of other successful experiences (Carreres, 2019) in the framework of the Aerospace Engineering BSc. In this way, the statement of the assignment was provided two months before the deadline. There are 13 topics about aircraft maintenance that are randomly assigned to the students on the day that the assignment is described in class. Each student should upload in due time a report about a one of these contents: EASA vs FAA regulations, initial vs continuing airworthiness, Part M Subpart G vs Part M Subpart F vs Part 145, requirements for the update of Part M organizations, aircraft maintenance records, quality system, aircraft reliability program, personnel training requirements, line vs base maintenance, material support, component maintenance, design for maintainability and design and programming of maintenance checks. The assignment is therefore an opportunity for the students to dive deep into topics addressed in the theory lessons that would be of importance for a future career in aircraft maintenance.

For instance, regarding the topic of aircraft maintenance records, the assignment statement specifies the questions that a student report should answer on the basis of the corresponding regulations:

- Which type of tasks require maintenance records to be kept?
- Indicate which records should be kept by each type of organization involved in continuing airworthiness maintenance, emphasizing the differences.
- Specify for how long, where and under what conditions maintenance records must be kept by each organization involved.
- Analyze what happens if an airline buys a used aircraft from another operator and when a private individual buys a used aircraft from another private individual.
- Show an example of a maintenance record, analyzing the information it contains.

The statement of the assignment includes recommendations about the contents (as aforementioned) and the approach of the report, although the students are encouraged to ask the teacher for support whenever is required. In any case, an intermediate delivery of an unfinished version of the report is welcome by the teacher so as to provide feedback before the deadline, as it has shown to improve the result of the final report (Carreres, 2019). Besides, the scoring rubrics that will be used for evaluating each work are provided in advance, to encourage student self-assessment. The dimensions of these rubrics are: development of the assigned contents, identification of relevant regulations, identification and interpretation of relevant Acceptable Means of Compliance (AMCs), ability to relate the work with the course

contents, usage of real cases as examples, readability and usage of technical terms. For instance, relevant regulations can be identified in 4 levels: perfectly, well (with a slight omission or misinterpretation), fairly (only a small portion of the relevant regulations identified) or inadequately (irrelevant regulations identified and/or with conceptual mistakes). Please note that the academic assignment trains the students not only in the technical aspects of a course in aircraft maintenance but also in the soft skill of effective communication. For the later, the students are provided with a set of guidelines for written reports.

RESULTS

The implementation of the new learning methodology is evaluated from two different points of view. On the one hand, the results obtained by the students using the proposed learning methodology are compared with those obtained using the traditional one. On the other hand, the students' opinion is also analyzed with the objective of identifying whether the new methodology motivates and encourages an active student participation towards *deep learning*.

Students' evaluation results

Results obtained by the students after the evaluation process are analyzed in Fig. 1. Here, a comparison between the conventional methodology -based on open answer tests- and the proposed method is shown. The graph on left hand side shows the marks distribution obtained by the students for the second module evaluation. Inspection of the distribution itself does not seem to help to understand whether the methodology helps to improve the students' marks. However, the average value of the rates slightly increased with the new method (0.22 points), whereas the success percentage raised up to 98% (around of 9% of improvement). To quantify the impact of these results on all subject skills, the graph on the right shows the results of the complete evaluation process. Similarly, the average rates increased, improving the percentage of success from 95.7% to 98.0%.

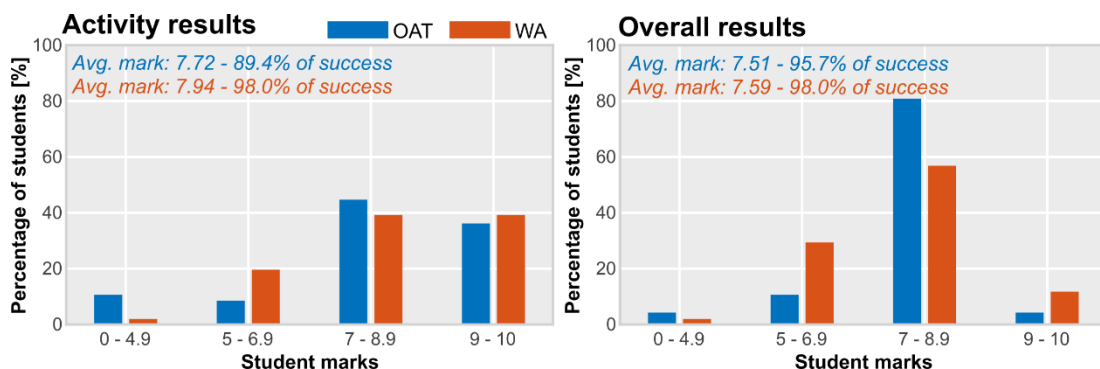


Figure 1. Results of the second module (left) and overall (right) evaluation procedures.

Legend: Open Answer Test (OAT), Written Assessment (WA).

These results may not be conclusive, as raw data of two different courses is being compared. In the long term, the impact of the assessment shift will be determined based on data from subsequent years. In any case, Fig. 1 shows a small improvement in the results, suggesting that the methodology contributes to a better acquisition of content and skills by the student

Subjective students' opinion

The subjective feedback from the students is ranged by a survey in which their perception about different aspects of the learning methodology is assessed. Student opinions were gathered at the end of the course through an anonymous poll, in which they are asked about key aspects related to the application of the learning methodology. Out of the total 8 poll questions, a subset of 4 is extracted due to its relevance on the learning objectives (Table 1).

Table 1. Selected poll questions.

Question #	Statement
Q.2	The methodology contributed to my achievement of the learning outcomes to a greater extent than an open answer test.
Q.4	I devoted more time to the report elaboration than I would have had to devote to an open answer test.
Q.6	I feel that I received a higher grade than I would have received on an open answer test.
Q.8	Overall, I liked the experience of this methodology.

In Fig. 2 the student percentage that agrees with the specific statements is shown, demonstrating a high degree of satisfaction with the new methodology environment. The high percentage of satisfaction is evident, evincing that the proposed methodology is well received by the aerospace engineering students. For instance, results of question Q.2, which focus on the skills acquisition, show remarkable high rates (above 75%), highlighting that the methodology helps students in the learning process.

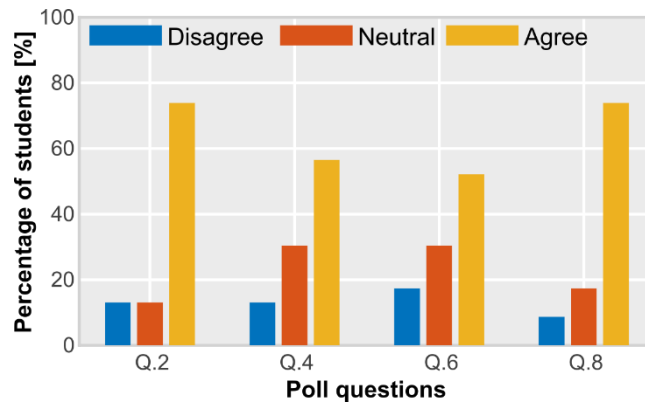


Figure 2. Anonymous poll results.

CONCLUSIONS

The present work attempted to investigate the effect of steering the evaluation from content-based (open answer test) to skill-based (written assignment forcing to navigate and integrate regulation text) on the acquisition of learning outcomes by students. The new assignment is a more remote and digital-friendly activity, as it was motivated by the shift from on-site teaching to virtual or hybrid learning contexts due to COVID-19 pandemic.

The discussed evidence is based on comparing the grades achieved by the students through both evaluations on the one hand, and analyzing their responses to a student survey about the topic on the other hand.

Results show that the average assignment grades were only slightly greater than their open answer test counterpart, although the success rate was improved. Anyway, the student opinion strongly reinforces the idea that skill-based evaluation was achieved, encouraging deep learning to a higher extent as suggested by the literature (Scouller, 1998).

It is important to note that the presented methodology is not restricted to *replacing a test by an assignment*, but is rather based on designing an activity that demands students to demonstrate their skills on the course through reflection and synthesis, in a process in which the teacher must accompany the student providing help and regular feedback.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been done in the framework of the innovative teaching group EICE CONMAGIA promoted by the Instituto de Ciencias de la Educación of UPV. Funding from Universitat Politècnica de València in the frame of PIME 1.818 within “Convocatoria A+D. Proyectos de Innovación y Mejora Educativa” is gratefully acknowledged by the authors.

REFERENCES

- Ayuningtyas, A., Honggowibowo, A.S., Mulyani, S., and Priadana, A. (2020). A Web-Based Aircraft Maintenance Learning Media to Support Learning Process in Aerospace Engineering Education during the COVID-19 Pandemic. In: *2020 Sixth International Conference on E-Learning*, online. <https://doi.org/10.1109/econf51404.2020.9385520>.
- Baeten, M., Kyndt, E., Struyven, K., and Dochy, F. (2010). Using student-centred learning environments to stimulate deep approaches to learning: Factors encouraging or discouraging their effectiveness. *Educational Research Review* 5, 243-260. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.06.001>.
- Carreres, M., García-Cuevas, L.M., Martí-Aldaraví, P., and Navarro, R. (2019). Improving the effective communication soft skill in higher education engineering studies: an experience through written reports. In: *INNODOCT/19 International Conference on Innovation, Documentation and Education*, Valencia. <http://dx.doi.org/10.4995/INN2019.2019.11694>
- García-Cuevas, L.M., Carreres, M., Tiseira, A., and Navarro, R. (2016). Aplicación del método “Role-Playing” en prácticas de mantenimiento de aeronaves y su efecto en la motivación del alumno. In: *IN-RED 2016 Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red*, Valencia. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2016.2016.4393>.
- Scouller, K. (1998). The influence of assessment method on students’ learning approaches: Multiple choice question examination versus assignment essay. *Higher Education* 35, 453-472. <https://doi.org/10.1023/A:1003196224280>.
- Universitat Politècnica de València (2020). *Conoce el proyecto de las competencias transversales UPV*. <https://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/info/955712normalc.html>

Impulso de la competencia instrumental en el Grado de Gestión y Administración Pública

Consuelo Calafat Marzal^{a*}, Virginia Vega Carrero^a, Maria del Mar Marín Sánchez^a y Javier Ribal Sanchis^c

^aDepartamento de Economía y Ciencias Sociales. Facultad de Administración y Dirección de Empresas. Universitat Politècnica de València.

*Corresponding author.

Abstract

The improvement of the employability of graduates is enhanced by the development of transversal competences, such as specific instrumental skills. In the Bachelor's Degree in Management and Public Administration, less use of spreadsheets was detected than is required by the labour market. By means of an educational innovation project, a methodology is developed to promote the use of spreadsheets by students, adapting the contents demanded by the market and allowing them to be certified.

Keywords: Soft competences, computer skills, spreadsheet, digital competence.

Resumen

La mejora de la empleabilidad de los egresados se potencia con el desarrollo de competencias transversales, como la instrumental específica. En el Grado de Gestión y Administración pública se detectó menor utilización de las hojas de cálculo del que exige el mercado laboral. Mediante un proyecto de innovación educativa se elabora una metodología para potenciar el uso de hojas de cálculo de los estudiantes, adecuando los contenidos demandados por el mercado y permitiendo que se pueda certificar.

Palabras clave: Competencias transversales, talento informático, hoja de cálculo, competencia digital.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La mejora de la empleabilidad de los egresados en un contexto académico se potencia adecuando la capacitación por competencias que enfatizan la adquisición de habilidades prácticas para el desempeño óptimo en el ámbito laboral (Nolasco & Ramírez, 2018). Los programas informáticos son, en sí mismos, potentes instrumentos que facilitan la aplicación de conocimientos, pero su manejo adecuado requiere de una completa capacitación del alumno y de una continua actualización.

Por otra parte, en la actualidad los universitarios son nativos digitales, con acceso a herramientas informáticas que utilizan y manejan con gran destreza (Sánchez & Castro, 2013). Por tanto, introducir en las asignaturas el aprendizaje de software permite aprovechar este potencial. Sin embargo, según señala Oliver et al., (2000) evaluar adecuadamente la adquisición de las competencias derivadas de la utilización de estas herramientas y su adecuación a los requerimientos del mercado laboral supone un gran reto para las escuelas de negocios. Todo ello supone definir un conjunto de competencias que describan adecuadamente a una persona con conocimientos, habilidades y experiencia en estos programas informáticos, así como la necesidad de diseñar herramientas de evaluación para medir los niveles de adquisición de éstas.

La Universitat Politècnica de València (UPV), consciente de la gran importancia de las competencias transversales en el desempeño profesional de los titulados universitarios, ha desarrollado un proyecto institucional (<http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/>) con 13 competencias Transversales. Estas competencias se han introducido en todos los Grados y Másteres, siendo necesario el aprendizaje y la evaluación continua de todas ellas.

En la Facultad de Administración y Dirección de Empresas (FADE) de la Universitat Politècnica de València (UPV) se desarrolló en el periodo 2018-2021 un Proyecto Institucional de Mejora Educativa (PIME), denominado TALiGAP, que se articula sobre la competencia “Instrumental específica”. Esta competencia hace referencia al uso de las tecnologías necesarias para el ejercicio profesional asociado a cada titulación, en este caso al estudiante de Grado en Gestión y Administración Pública (GGAP). Los resultados del proyecto mostraron que coincidía el grado de competencia alcanzado por los alumnos y las necesidades que indican los expertos en los programas de procesamiento de texto y presentaciones (Baviera et al., 2020; Calafat et al., 2021). En cambio, en los programas de cálculo se encontraron importantes diferencias, que estaban en línea con los obtenidos por Formby et al., (2017) que sugieren que las necesidades y oportunidades para las habilidades analíticas basadas en Excel son omnipresentes en las empresas de todos los tamaños y omnipresente en los negocios.

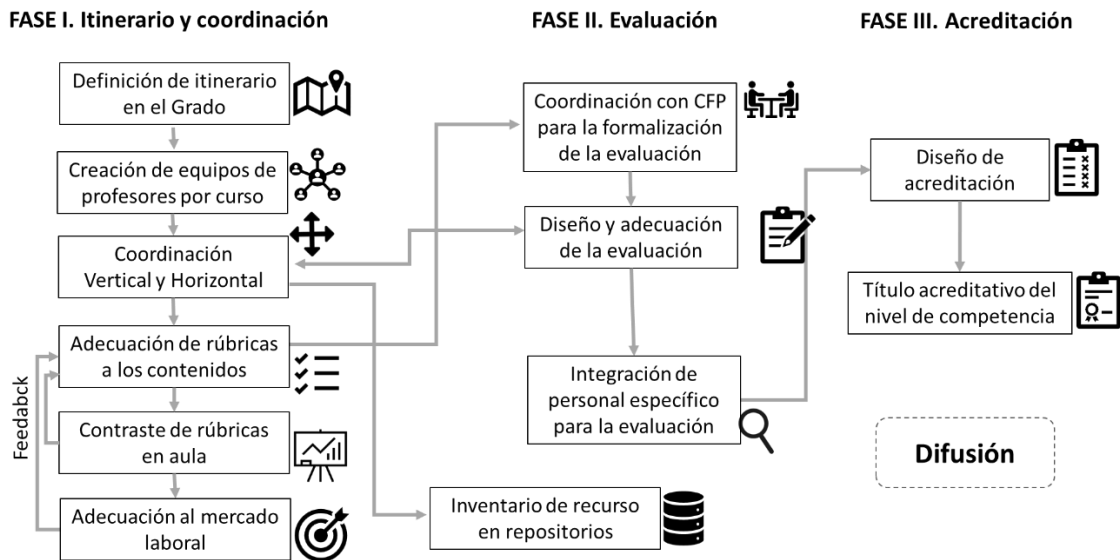
Pese al desajuste entre el nivel de competencia alcanzado y los requerimientos, las hojas de cálculo son programas muy utilizados de los paquetes ofimáticos por los alumnos del GGAP. Los alumnos utilizan estos programas desde el primer semestre de primero y hasta cuarto, con una secuencia que abarca prácticamente todos los semestres. Estos resultados impulsan un segundo PIME con el objetivo coordinar la utilización de la hoja de cálculo a lo largo del Grado de forma que permita certificar el grado de competencia del estudiantado. De esta forma será visible para el empleador la ventaja fundamental de nuestros estudiantes frente a otros titulados de GAP que no presentan esta competencia.

METODOLOGÍA

El proyecto se divide en tres fases (Figura 1) todas ellas estarán coordinadas por la responsable del PIME. En la Fase I se actualizan los itinerarios y se crean los equipos por cursos, partiendo de los que se formaron en el anterior PIME. A partir de ello se iniciaron las reuniones para la coordinación, tanto vertical como horizontal, para mejorar las rúbricas a los contenidos y adecuarlas a las necesidades del mercado laboral. En esta fase se recopilaron los recursos

disponibles en los repositorios de la Universidad para generar un inventario de estos. En la Fase II se inicia la organización de la evaluación para la acreditación de la competencia en hoja de cálculo adquirida. Por último, en la Fase III se materializa la acreditación diseñada, incluyendo el título acreditativo y se procede a su difusión entre el estudiantado del GGAP.

Figura 1: Flujo de trabajo



RESULTADOS

Los resultados del PIME anterior mostraban que no coincidían las opiniones de los profesores y las del comité asesor de GGAP (Figura 2).

Figura 2. Comparación entre las opiniones de los profesores y el Comité Asesor

PROFESORES

- Crear y administrar hojas de cálculo y libros
 - Crear hojas de cálculo y libros: **Bueno**
 - Navegar a través de hojas de cálculo y libros: **Bueno**
 - Dar formato a hojas de cálculo y libros: **Bueno**
 - Personalizar opciones y vistas en hojas de cálculo y libros: **No alcanzado**
 - Configurar hojas de cálculo y libros para su distribución: **No alcanzado**
- Administrar celdas de datos e intervalos
 - Insertar datos en celdas e intervalos: **En desarrollo**
 - Dar formato a celdas e intervalos: **Bueno**
 - Resumir y organizar los datos: **En desarrollo**
- Crear tablas
 - Creación y administración de tablas: **No alcanzado**
 - Administrar estilos de tabla y opciones: **No alcanzado**
 - Filtrar y ordenar una tabla: **No alcanzado**
- Realizar operaciones con fórmulas y funciones
 - Resumir datos con funciones: **En desarrollo**
 - Realizar operaciones condicionales con funciones: **No alcanzado**
 - Dar formato y modificar el texto con funciones: **No alcanzado**
 - Formulas avanzadas: **No alcanzado**
 - Tablas dinámicas: **No alcanzado**
- Crear gráficos y objetos
 - Crear gráficos: **Bueno**
 - Dar formato a elementos gráficos: **Bueno**
 - Insertar y dar formato a objetos: **En desarrollo**

COMITÉ ASESOR

- Crear y administrar hojas de cálculo y libros
 - Crear hojas de cálculo y libros: **Muy Necesario**
 - Navegar a través de hojas de cálculo y libros: **Necesario - Muy Necesario**
 - Dar formato a hojas de cálculo y libros: **Muy Necesario**
 - Personalizar opciones y vistas en hojas de cálculo y libros: **Necesario**
 - Configurar hojas de cálculo y libros para su distribución: **Necesario - Muy Necesario**
- Administrar celdas de datos e intervalos
 - Insertar datos en celdas e intervalos: **Necesario**
 - Dar formato a celdas e intervalos: **Necesario - Muy Necesario**
 - Resumir y organizar los datos: **Necesario**
- Crear tablas
 - Creación y administración de tablas: **Muy Necesario**
 - Administrar estilos de tabla y opciones: **Necesario - Muy Necesario**
 - Filtrar y ordenar una tabla: **Necesario - Muy Necesario**
- Realizar operaciones con fórmulas y funciones
 - Resumir datos con funciones: **Necesario**
 - Realizar operaciones condicionales con funciones: **Necesario**
 - Dar formato y modificar el texto con funciones: **Necesario**
 - Formulas avanzadas: **No está clara la necesidad**
 - Tablas dinámicas: **No está clara la necesidad**
- Crear gráficos y objetos
 - Crear gráficos: **Muy Necesario**
 - Dar formato a elementos gráficos: **Necesario**
 - Insertar y dar formato a objetos: **No está clara la necesidad**

Los resultados preliminares del Proyecto han permitido:

1. Contrastar que todos los contenidos de la rúbrica confeccionada por el comité de expertos se utilizan a lo largo del Grado en las distintas asignaturas
2. Elaborar un inventario de recursos para la adquisición de conocimientos de hojas de cálculo, tanto en software libre como en Microsoft.
3. Confeccionar un site para profesores y estudiantes con acceso al inventario de forma permanente.
4. Proponer un curso específico de contenidos de hoja de cálculo para los alumnos de GGAP que certifiquen las habilidades en este campo a través de la plataforma edx disponible en la UPV.

CONCLUSIONES

El mercado laboral demanda el uso de las tecnologías necesarias para el ejercicio profesional, por ello es de vital importancia la adecuación y evaluación de dicha competencia transversal. Así pues, en la FADE de la UPV se ha realizado un diagnóstico y adecuación de contenidos relativos al uso de hojas de cálculo en GGAP, de acuerdo con las directrices de profesionales reconocidos que se integran en el Comité Asesor de la FADE. Los resultados muestran que la coordinación horizontal y vertical pueden mejorar las competencias de los alumnos y facilitar su certificación demandada por el mercado laboral.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME/21-22/262) de la convocatoria Aprendizaje + Docencia de la Universitat Politècnica de València.

REFERENCIAS

- Baviera, A., Babiloni, E., Debón, A., Marín, M. D. M., Puertas, R., Ribal, J., Skorczynska, H., & Vallada, E. (2020). *Inventario de talento informático en GADE y GGAP*. 1025–1033. <https://doi.org/10.4995/inred2020.2020.11957>
- Calafat, C., Debón, A., Marín, M. del M., Puertas, R., & Ribal, F. J. (2021). Una tarea para la escuela de negocios del siglo XXI estudiantes compu....pdf. *VI Congreso Intenacional Sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación (CINAIC 2021)*, 555–560. <https://doi.org/10.26754/uz.978-84-18321-17-7>
- Formby, S. K., Medlin, B. D., & Ellington, V. (2017). Microsoft Excel®: Is It An Important Job Skill for College Graduates? *Information Systems Education Journal (ISEDJ)*, 15(3), 15.
- Nolasco, P., & Ramírez, A. (2018). Una aproximación a un modelo de certificación de competencias digitales docentes. *XI Congreso Nacional de Investigación Científica*, 1–10. <https://bit.ly/3BkzEOZ>
- Oliver, R., Towers, S., & Oliver, H. (2000). Information and Communications Technology Literacy – Getting serious about IT. In J. Bourdeau & R. Heller (Eds.), *Proceedings of EdMedia + Innovate Learning 2000* (pp. 862–867). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learnstechlib.org/p/16174>
- Sánchez, A., & Castro, D. (2013). Cerrando la brecha entre nativos e inmigrantes digitales a través de las competencias informáticas e informacionales. *Apertura*, 5(2), 6–15.

Una propuesta de práctica informática: aritmética modular y encriptación de imágenes

Fernando Giménez Palomares^a y Juan Antonio Monsoriu Serrá^b

^aIUMPA, Universitat Politècnica de València, fgimenez@mat.upv.es, ^bDepartamento de Física Aplicada, Universitat Politècnica de València, jmonsori@fis.upv.es.

Abstract

This paper presents a teaching experience designed on the basis of a computer practice, and an associated group work, on the application of modular arithmetic to the encryption/decryption of digital images. The procedure is based on the Hill encryption algorithm. Although the final objective is for students to program in Matlab the necessary functions to implement this procedure, use them with examples and assess their effectiveness, they can also previously use a virtual laboratory (app designer) that has been designed for this purpose.

Keywords: Encryption, decryption, modular arithmetic, Hill encryption, digital imaging, Matlab, app designer, virtual lab.

Resumen

En este trabajo se presenta una experiencia docente diseñada a partir de una práctica de ordenador y un trabajo grupal asociado, sobre la aplicación de la aritmética modular a la encriptación/desencriptación de imágenes digitales. El procedimiento está basado en el algoritmo de cifrado de Hill. Aunque el objetivo final es que los alumnos programen en Matlab las funciones necesarias para implementar dicho procedimiento, las utilicen con ejemplos y valoren su efectividad, también pueden utilizar previamente un par de laboratorios virtuales (app designer) que se han diseñado al respecto.

Palabras clave: Encriptación, desencriptación, aritmética modular, cifrado de Hill, imagen digital, Matlab, app designer, laboratorio virtual.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En la era digital en que vivimos es importante el tratamiento seguro de la información. De vez en cuando van apareciendo noticias que hacen referencia a intromisiones y caídas de sistemas informáticos por ataques externos. La criptografía es un campo que a lo largo de la historia ha ido cobrando cada vez mayor importancia de cara a proteger la información (Gómez, 2010).

En este trabajo abordaremos el intercambio seguro de imágenes digitales entre un emisor y un receptor a partir de un procedimiento del álgebra modular basado en el algoritmo de

cifrado de Hill (Zuñiga et al., 2019). Se ha diseñado una práctica informática y un trabajo grupal que puede darse en asignaturas de Cálculo Numérico en ingenierías con el objetivo de:

- conocer el álgebra matricial que está detrás de las imágenes digitales
- estudiar el método de cifrado de Hill
- aplicar dicho método a la encriptación/desencriptación de imágenes
- experimentar con ejemplos de imágenes y valorar la efectividad del método
- proponer formas de mejorar los resultados
- generar las funciones de Matlab que implementen dicho método (trabajo grupal)

La experiencia docente mostrada en este trabajo ha sido llevada a cabo durante el curso 2021-2022 en la asignatura Complementos de Métodos Matemáticos para Nivelación del Máster de Ingeniería Industrial con un total de 28 alumnos. Puede darse en cualquier curso de cálculo numérico de las ingenierías.

METODOLOGÍA

En lo que sigue presentaremos con detalle la metodología que se ha diseñado para llevar a cabo nuestra propuesta pedagógica.

1.1. Aritmética modular y cifrado de Hill

Consideremos el grupo aditivo de los enteros modulo m

$$\mathbb{Z}_m = \mathbb{Z}/m\mathbb{Z} = \{0, 1, 2, \dots, m-1\}$$

con las operaciones suma y producto (modulo m). $a \in \mathbb{Z}_m$ tiene inverso modulo m si existe un número natural en \mathbb{Z}_m que multiplicado por éste de 1. Se puede demostrar que a tiene inverso modulo m si es coprimo con respecto a m , es decir, si a y m no tienen factores comunes.

En el conjunto de las matrices cuadradas de orden N con coeficientes en \mathbb{Z}_m

$$\mathcal{M}_{N \times N}(\mathbb{Z}_m) = \{(a_{ij}) : a_{ij} \in \mathbb{Z}_m\}$$

podemos considerar la suma y producto de matrices y el producto por un escalar en \mathbb{Z}_m . Se dice que una matriz $A \in \mathcal{M}_{N \times N}(\mathbb{Z}_m)$ tiene inversa si existe una matriz $B \in \mathcal{M}_{N \times N}(\mathbb{Z}_m)$ tal que

$$AB = BA = I \pmod{m}$$

Es conocido que una matriz tiene inversa si y solo si su determinante modulo m es no nulo y coprimo respecto con respecto a m .

El cifrado de Hill es un sistema de cifrado de sustitución poligráfica y originalmente tiene su aplicación a texto, donde cada letra se sustituye por su ordinal en el abecedario y se genera a partir de una matriz cuadrada con coeficientes en \mathbb{Z}_m (llave) donde m es el número total de caracteres es el alfabeto en cuestión. En la operación básica de cifrado, el texto a encriptar es un vector columna x de N términos módulo m , y la llave de encriptación es una matriz A invertible en \mathbb{Z}_m y el resultado de la operación es $y = Ax \pmod{m}$ que da lugar al texto codificado. De esta forma, para desencriptar y se procede al camino inverso, es decir $x = A^{-1}y \pmod{m}$.

1.2. Aplicación a la encriptación de imágenes

Una imagen digital es una representación bidimensional de una imagen a partir de una matriz numérica. En concreto, una imagen de color RGB se representa por tres matrices bidimensionales, correspondientes a los planos en escala de rojos (R), verdes (G) y azules (B). Al respecto pueden consultarse la referencia (González et al., 2009). Para nuestro propósito trabajaremos con matrices en $\mathcal{M}_{n_1 \times n_2}(\mathbb{Z}_{256})$ donde $n_1 \times n_2$ es el tamaño de la imagen (número de píxeles de la imagen dada).

Para encriptar una matriz $W = (w_{ij}) \in \mathcal{M}_{n_1 \times n_2}(\mathbb{Z}_m)$ se transforma en un vector columna de longitud $k = n_1 \times n_2$

$$x = \begin{bmatrix} W_1^T \\ W_2^T \\ \vdots \\ W_{n_1}^T \end{bmatrix}$$

donde W_i es el i -ésimo vector fila de W y después proceder como arriba. En el proceso de decodificación una vez obtenido el vector x se reconstruye la matriz W usando

$$w_{ij} = x_{(i-1)n_2+j}, \quad i = 1, 2, \dots, n_1, \quad j = 1, 2, \dots, n_2$$

Se podría aplicar la codificación básica de un bloque a partir de una única matriz de orden m , pero hay que tener en cuenta que como la gran mayoría de las fotografías se componen de matrices de tamaños muy grandes no es demasiado eficaz ni rápido trabajar con matrices llave de dicho tamaño. Tampoco es necesario que las entradas de las matrices pertenezcan a \mathbb{Z}_{256} : basta con que pertenezcan a \mathbb{Z}_m con $m \ll 256$ para evitar problemas con el redondeo cuando se trabaja con el ordenador. La solución pasa por la descomposición del vector en vectores

más pequeños de tamaños iguales $x = \begin{bmatrix} \tilde{x}_1 \\ \tilde{x}_2 \\ \vdots \\ \tilde{x}_l \end{bmatrix}$ y luego realizar el cifrado 'por bloques $y = \begin{bmatrix} \tilde{y}_1 \\ \tilde{y}_2 \\ \vdots \\ \tilde{y}_l \end{bmatrix}$

siendo $\tilde{y}_1 = A\tilde{x}_1, \tilde{y}_2 = A\tilde{x}_2, \dots, \tilde{y}_l = A\tilde{x}_l \pmod{256}$.

El proceso de decodificación es como sigue: a partir de y se obtiene x mediante

$$\tilde{x}_1 = A^{-1}\tilde{y}_1, \tilde{x}_2 = A^{-1}\tilde{y}_2, \dots, \tilde{x}_l = A^{-1}\tilde{y}_l \pmod{256}$$

Dicho esto, el procedimiento anterior presenta el inconveniente de que si alguno de los vectores \tilde{x}_j es el vector nulo entonces lo mismo le ocurre a \tilde{y}_j y en ese caso no se ha producido encriptación. Una posible forma de evitar esto es utilizar además un vector v no nulo para la codificación $\tilde{y}_j = A\tilde{x}_j + v \pmod{256}$ y la decodificación sería entonces $\tilde{x}_j = A_j^{-1}(\tilde{y}_j - v) \pmod{256}$.

El procedimiento puede mejorarse utilizando las matrices $A, A^2, A^3, \dots, A^l \pmod{m}$ para cada uno de los bloques.

1.3. La práctica informática y el trabajo

La práctica está diseñada de la siguiente forma: los estudiantes disponen de un documento en pdf que recoge los pasos que hay que seguir, junto con dos laboratorios virtuales (app designer

de Matlab) que se ha diseñado para que puedan experimentar en la propia aula informática y la propuesta de trabajo grupal (Attaway, 2019 y Matlab App Designer). Se trata de:

- 1) Antes de la realización de la práctica los alumnos deben de leer y estudiar la parte de la práctica que presenta el método del cifrado de Hill y como trabaja Matlab con las imágenes digitales y formar los grupos de trabajo.
- 2) Al comienzo de la práctica el profesor repasa de forma breve lo anterior y les indica como trabajar con el laboratorio virtual.
- 3) Se estudian varios ejemplos de encriptación de fotografías para ver y analizar los resultados de la encriptación para cada uno de los métodos propuestos en el apartado 1.1.
- 4) El profesor presenta el trabajo a realizar consistente en la programación de varias funciones de Matlab que implementen los métodos estudiados
- 5) Los alumnos comienzan a elaborar el trabajo que acabaran más tarde y lo enviaran entonces al profesor para su corrección.

1.4. Los laboratorios virtuales de encriptación y desencriptación

La figura 1 recoge un ejemplo de aplicación de la app designer *code.mlapp*. Las entradas son:

- **Tipo de encriptación:** *método 1* (sin vector auxiliar no nulo y una única matriz), *método 2* (con vector auxiliar no nulo y una única matriz) y *método 3* (con vector auxiliar no nulo y matrices A, A^2, A^3, \dots).
- **Matriz:** Matriz llave.
- **m:** Valor máximo de las entradas de la matriz llave
- **Off/On:** si se selecciona las imágenes se muestran con la aplicación por defecto del ordenador
- **Ayuda:** Abre un pequeño manual de uso.
- **Nombre de la imagen codificada**
- **Seleccionar foto y CODIFICAR:** cuando se pulsa se ejecuta la app. Al acabar se puede elegir donde guardar la foto codificada.

La app designer *decode.mlapp* tiene el diseño y las entradas similares a las de *code.mlapp*.

Si se aplica el método 1 con una matriz invertible de orden 6 a la clásica fotografía *lenna.jpg* se observa que se obtienen buenos resultados (ver figura1). Sin embargo, si se aplican los métodos 1 y 2 a la imagen de un código de barras los resultados finales dejan bastante que desear (ver figura 2 (a), (b) y (c)). El método 3 si proporciona muy buenos resultados (figura 2 (d)). Incluso con una imagen completamente negra (figura 3 (a) y (b)) el procedimiento es muy eficiente. Cuando se modifica, aunque sea ligeramente, alguna de las entradas de la matriz llave, al decodificar no es posible recuperar la imagen original. La figura 3 (c) muestra la imagen decodificada usando la matriz llave con la entrada (1,1) con valor 14 en vez de 16 que es el original.

RESULTADOS

Durante la sesión práctica se pudo constatar una buena acogida por parte de los alumnos que, según nos dijeron, se divertieron mucho probando mediante el laboratorio virtual como afectaba el método de encriptación a los diversos ejemplos que fueron ensayando. Tras la

elaboración y posterior evaluación de los trabajos, en la siguiente práctica informática se procedió a llevar a cabo una pequeña encuesta para valorar los resultados. La tabla 1 muestra la breve encuesta que se les paso y la figura 4 los resultados obtenidos.



Fig. 1. Ejemplo de la aplicación code.mlapp con método 1.

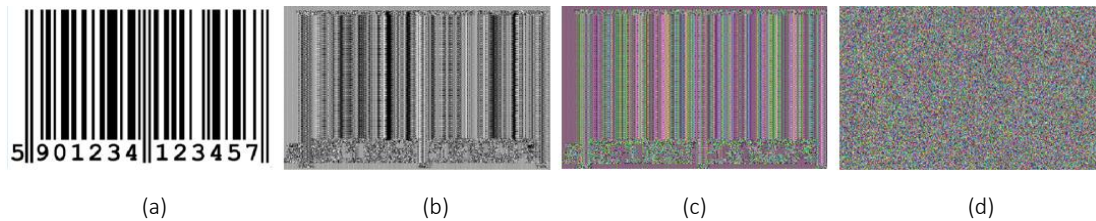


Fig. 2. (a) Imagen original, (b) imagen codificada método 1, (c) imagen codificada método 2, (d) imagen codificada método 3.

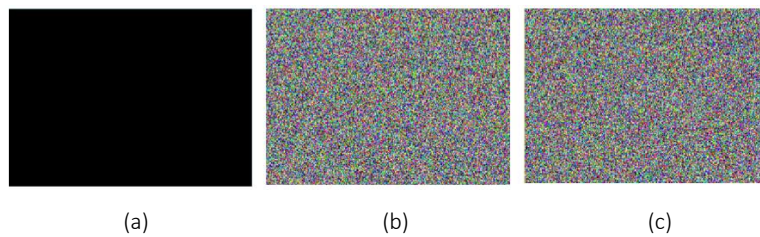


Fig. 3. (a) Imagen original, (b) imagen codificada método 3, (c) Imagen decodificada con matriz llave incorrecta.

CONCLUSIONES

Los alumnos han valorado muy positivamente la práctica y el correspondiente trabajo posterior tal y como muestran no solo las encuestas sino las impresiones recibidas por los profesores durante su realización. En su mayoría lo ven como una aproximación útil y muy interesante al tema de la seguridad informática de la información y su vinculación con la matemática discreta.

Tabla 1. Encuesta de satisfacción de la práctica de encriptación de imágenes

Valora de 1 (mínimo) a 5 (máximo) los siguientes apartados:					
Me ha servido la información recogida en el documento de la práctica	1	2	3	4	5
El laboratorio virtual ha satisfecho mis expectativas	1	2	3	4	5
El trabajo propuesto ha sido adecuado	1	2	3	4	5
En general me ha gustado la experiencia y la considero útil	1	2	3	4	5

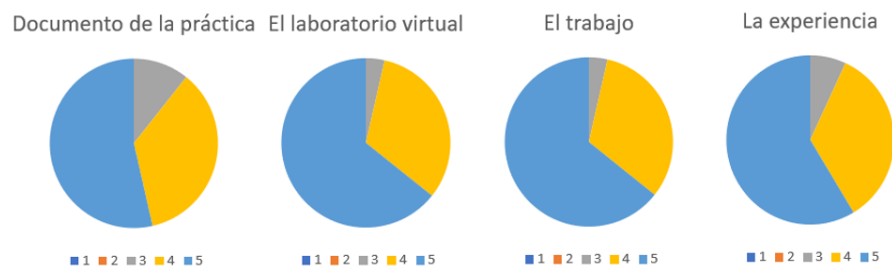


Fig. 4. Resultados de la encuesta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València por su ayuda al Equipo de Innovación y Calidad Educativa MSEL.

REFERENCIAS

- Attaway, S. (2019). *MATLAB: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving*. Ed. Butterworth Heinemann.
- De la Fuente, E. (2015). *Método grupal para el aprendizaje de la matemática*. Praxis Investigativa RedIE. Vol. 7, num. 13, 117-126.
- Gómez, J. (2010). *Matemáticos, espías y piratas informáticos (Codificación y Criptografía)*, España, RBA Coleccionables S.A.
- González, R. C., Woods, R. E., Eddins, S. E. (2009). *Digital image processing using Matlab*. González, Woods, & Eddins.
- Matlab App Designer. <https://www.mathworks.com/help/matlab/app-designer.html>
- Vidal, A., Boigues, F. J., Estruch, V. D. (2017). *La importancia de la sesión grupal en la clase inversa: Trabajos colaborativos en una asignatura de Matemáticas de Grado durante el curso 2016-2017*. eXIDO 17.
- Zuñiga, G., López, F. E., Quenta, R. F. (2019) *Criptografía con matrices, el cifrado de Hill*. Criptografía en Álgebra Lineal.

Jugando y aprendiendo con péndulos y muelles

Fernando Giménez Palomares^a y Juan Antonio Monsoriu Serrá^b

^aIUMPA, Universitat Politècnica de València, fgimenez@mat.upv.es, ^bDepartamento de Física Aplicada, Universitat Politècnica de València, jmonsori@fis.upv.es.

Abstract

Virtual laboratories allow experiments to be simulated, in an interactive way, that can efficiently support their study and understanding by students. In this work we have developed six Matlab applications (app designer) for use in teaching the physical and technological aspects behind pendulums and springs with the aim of improving the educational process.

Keywords: Pendulum spring, flat oscillators, double pendulum, springs, coupled pendulum, Matlab, app designer, virtual laboratory.

Resumen

Los laboratorios virtuales permiten simular experimentos que, de forma interactiva, pueden apoyar eficientemente su estudio y comprensión por parte de los alumnos. En este trabajo hemos desarrollado seis aplicaciones de Matlab (app designer) para su utilización en la enseñanza de los aspectos físicos y tecnológicos que hay detrás de los péndulos y muelles con el objetivo de mejorar el proceso formativo.

Palabras clave: Péndulo muelle, osciladores planos, péndulo doble, muelles, péndulo acoplado, Matlab, app designer, laboratorio virtual.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los osciladores se pueden definir con sistemas físicos que pueden crear perturbaciones o cambios periódicos o cuasi periódicos en un determinado medio. Su estudio tiene una importancia enorme en muchos campos de la ingeniería. Existen muchos tipos dependiendo de si se trata de sistemas mecánicos, eléctricos, neumáticos, hidráulicos, etc. Nosotros nos centraremos en los primeros, en concreto, en lo que sigue presentaremos con detalle varios laboratorios virtuales (LV) diseñados a partir de aplicaciones interactivas de Matlab (app designer) que permiten simular el comportamiento de un péndulo en el espacio, de un péndulo muelle, el de un péndulo doble, el de dos péndulos acoplados, el de un sistema plano formado por un cuerpo sujeto a varios muelles y el de dos muelles acoplados. Para saber más sobre el uso de Matlab para generar este tipo de herramientas puede consultarse la referencia MATLAB APP DESIGNER.

Los objetivos que se persiguen en este trabajo son:

- Conocer las ecuaciones del movimiento de cada uno de los sistemas a estudiar.
- Visualizar el movimiento y analizar las trayectorias y velocidades.
- Mostrar el comportamiento del oscilador ante la acción de una fuerza periódica y ante una fuerza impulsiva.
- Observar cómo varían las trayectorias frente a cambios en las condiciones iniciales.
- Estudiar los modos normales de vibración en el caso de dos muelles acoplados.
- Realizar un estudio energético de cada sistema.
- Establecer la relación entre las trayectorias de un péndulo en el espacio y las curvas de Lissajous.

El uso de los LV en la docencia permite que los alumnos adquieran un rol muy importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el caso particular de la física suponen un complemento excelente a los laboratorios tradicionales ya que su uso no se limita a las instalaciones donde se pueden realizar experimentos reales, sino que pueden usarse en otros ámbitos, por ejemplo, en casa o en aulas informáticas. Sobre el uso de este tipo de herramientas pueden consultarse las referencias (Amaya, 2009) y (Heredia et al, 2011). El profesor Ángel Franco ha desarrollado una página web que presenta un curso interactivo de física en internet CURSO INTERACTIVO DE FÍSICA que supone una muy buena aportación en este campo.

Otra técnica que cada vez va cobrando más relevancia es la de la gamificación. La idea es que se aprende mejor cuando uno se divierte en el proceso. Este tipo de métodos hacen que los alumnos adquieran un papel activo y una actitud positiva que conlleva que puedan adquirir los conocimientos y competencias de manera más eficiente. Para profundizar sobre el tema se puede consultar las referencias (Kapp, 2012), (Subhash y Cudney, 2018) y (Zepeda et al, 2016).

METODOLOGÍA

En este trabajo presentamos con detalle la primera parte de una propuesta metodológica para el estudio de los osciladores dados por péndulos y muelles en asignaturas de física de las ingenierías que consiste en:

1. Presentación en clase de teoría de los distintos tipos de osciladores físicos, su modelización matemática y los laboratorios virtuales.
2. Realización de una práctica informática basada en los laboratorios virtuales desarrollados.
3. Experimentación en laboratorios de física a partir de aparatos diseñados a tal efecto.
4. Generación de un portafolio por parte de los alumnos de lo trabajado durante las sesiones.

En la medida de lo posible se aconseja realizar los pasos 2 y 3 simultáneamente. Algunos de los experimentos pueden diseñarlos los propios alumnos.

En lo que sigue mostraremos las aplicaciones de Matlab (app designer) que hemos implementado para modelizar de la manera más real posible el comportamiento de distintos péndulos y muelles. Hasta ahora hemos diseñado 6 laboratorios virtuales sobre péndulos y muelles. A modo de ejemplo explicaremos con detalle la app dedicada al péndulo muelle llamada *pendulomuelle.mlapp* (ver figura 1). Las entradas de la aplicación son:

- **k**: Constante elástica del muelle
- **L0**: Longitud sin deformar del muelle
- **m**: Masa
- **P**: Vector con la posición inicial de la masa suspendida
- **V**: Vector con la velocidad inicial
- **T**: Tiempo máximo
- **Ayuda**: Botón que al presionarlo abre un pequeño manual de uso.
- **PULSAR**: Botón que ejecuta la app.

El laboratorio virtual genera de manera automática un gráfico animado del movimiento del péndulo muelle en el intervalo de tiempo $[0, T]$ que se muestra en la pestaña inicial. Al finalizar se pueden presionar las pestañas *Trayectoria*, *Velocidad* y *Energías* para visualizarlas (figura 2). En el caso de las energías se muestran las *energías cinética* (E_c), *potencial gravitatoria* (E_{pg}), *potencial elástica* (E_{pe}) y *total* (E).

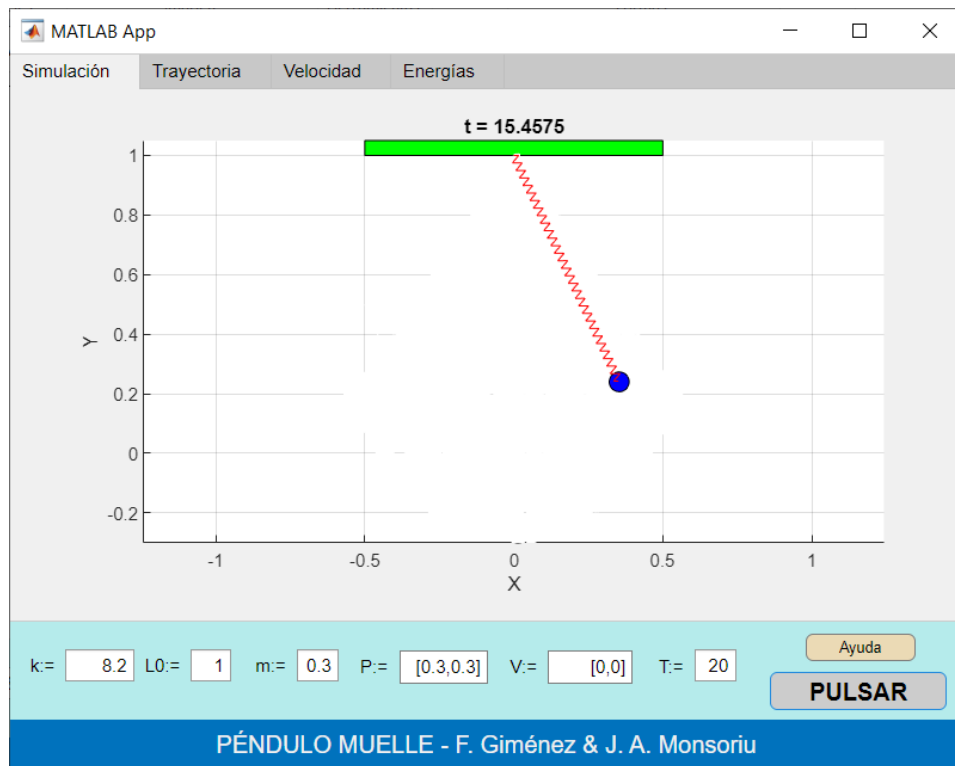


Fig. 1. Ejemplo de aplicación del LV pendulomuelle.mlapp.

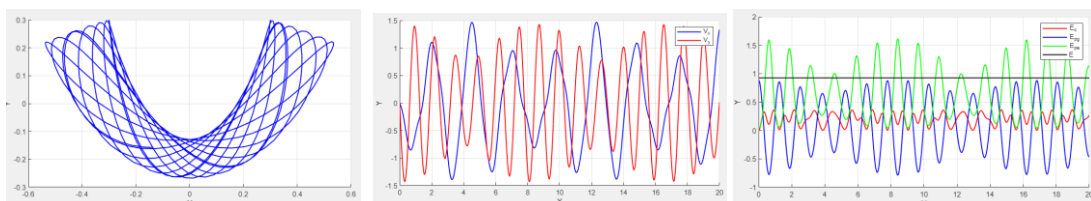


Fig. 2. Trayectorias, velocidades y energías.

El resto de LV's presentan unas interfaces similares.

La figura 3 recoge varias gráficas del movimiento en varios instantes de un péndulo doble y sus trayectorias simulado por la app *péndulodoble.mlapp*. Los alumnos pueden comprobar de primera mano el movimiento caótico que se genera.

La figura 4a muestra una instantánea del movimiento de un péndulo simple en el espacio junto a la proyección de las trayectorias, que constituyen las llamadas curvas de Lissajous (*pendulo3D.mlapp*). Se puede observar un comportamiento casi periódico.

La figura 4b muestra dos péndulos acoplados y las gráficas de los ángulos que cada uno de los péndulos forma con una recta vertical (*pendulosacoplados.mlapp*).

La figura 4c la de un sistema plano formado por cuatro muelles que sujetan un punto y sus trayectorias (*muelles2D.mlapp*). Se supone que no hay rozamiento. El usuario puede elegir el número de muelles, sus posiciones fijas, características, la posición inicial del punto que se mueve y su velocidad inicial.

La app *muellesacoplados.mlapp* permite estudiar el movimiento de un sistema formado por dos muelles acoplados y las gráficas de la posición de los cuerpos respecto de su puntos de equilibrio (figura 4d).

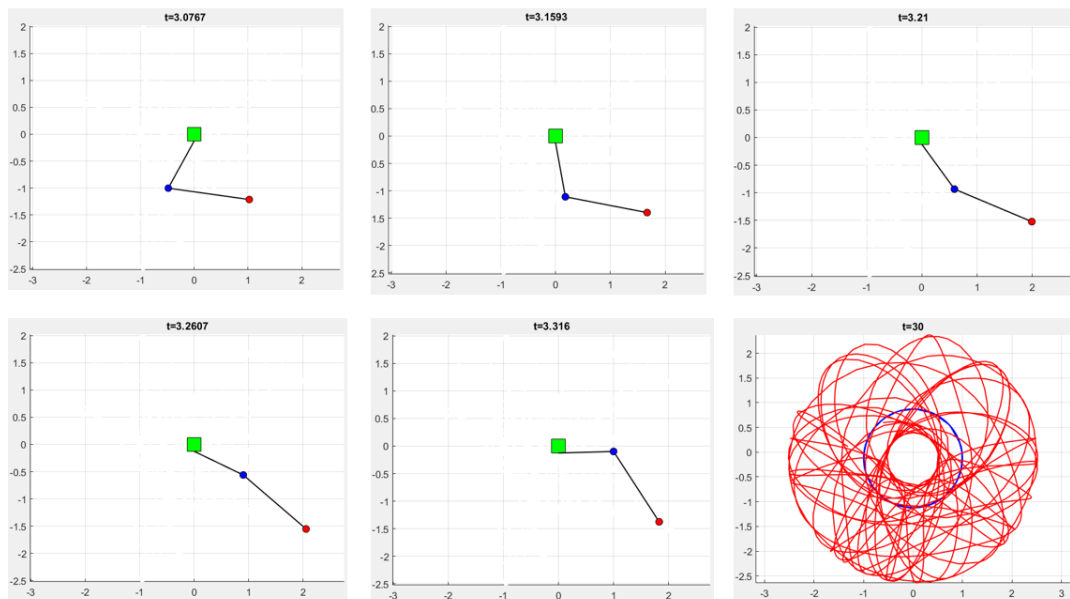


Fig. 3. Ejemplo del LV *pendulodoble.mlapp*.

En las sesiones prácticas y para cada uno de los LV se les entregará a los alumnos un pequeño documento que recoge los objetivos a alcanzar, un preinforme, los materiales disponibles para la realización del experimento (si es el caso), la teoría subyacente, guía de uso y relación de problemas a analizar y resolver.

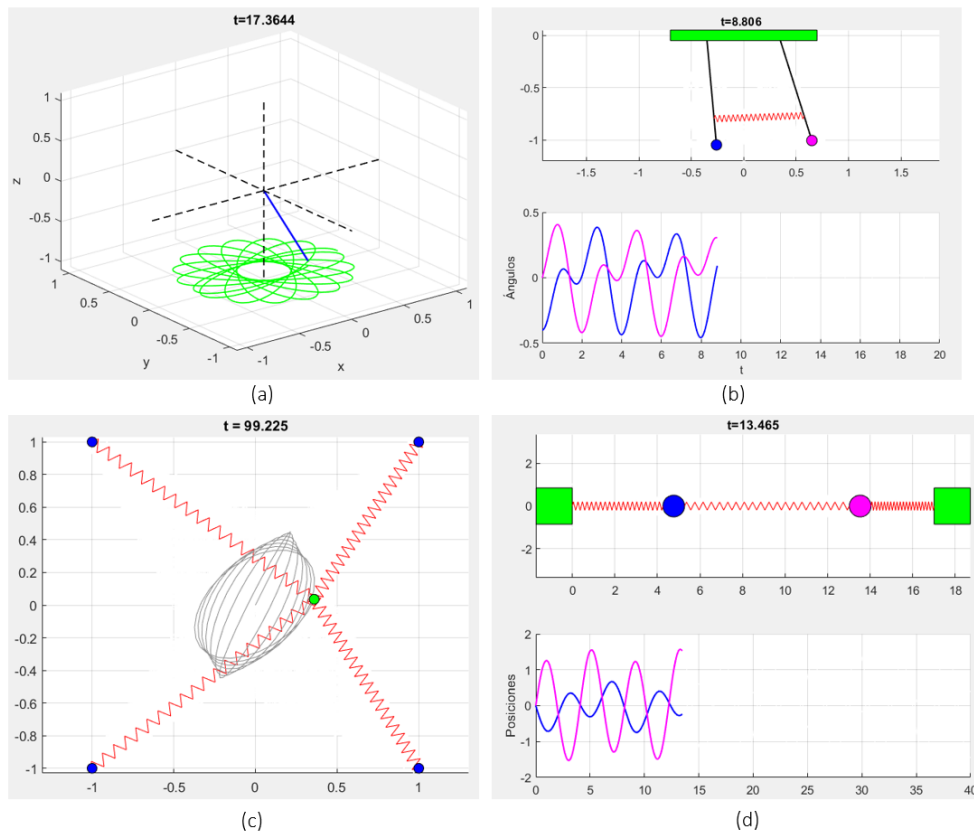


Fig. 4. Ejemplos de las app's *pendulo3D.mlapp* (a), *pendulosacoplados.mlapp* (b), *muelles2D.mlapp* (c) y *muellesacoplados.mlapp* (d).

RESULTADOS

Hay que tener en cuenta que en los momentos en que se está realizando este trabajo estamos todavía en la fase previa de confección y desarrollo de los distintos LV por lo que todavía no se ha podido trabajar con los alumnos de primero de física para recabar sus opiniones y valorar la metodología docente que se pretende impartir.

Hemos podido introducir varios de los LV en alguna de las clases de laboratorio de informática de la asignatura de Métodos Matemáticos del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universitat Politècnica de València, como ejemplo de las posibilidades que presenta Matlab para la programación de Interfaces Gráficas de Usuario a partir de la resolución de las ecuaciones diferenciales del movimiento. Hemos podido constatar una buena acogida por parte de los alumnos, que han sabido valorar la sencillez de las herramientas informáticas, facilidad de uso, velocidad de cálculo, posibilidades de interacción, las capacidades de generación de gráficos animados y fijos, etc. También hay que destacar que les ha parecido un experiencia instructiva y divertida a la vez.

La idea es comenzar en el curso 2022-2023 el proyecto didáctico que presentamos en este trabajo y valorarlo mediante entrevistas, encuestas y evaluaciones de los trabajos.

En un futuro se desea ampliar el número de laboratorios virtuales desarrollados para abarcar otros campos de la física y de las ingenierías en general.

CONCLUSIONES

Creemos que esta experiencia docente representa una aportación interesante del uso de los laboratorios virtuales y las técnicas de gamificación al estudio de todo lo relacionado con la rama de la física dedicada a los osciladores. Cuando se completen las distintas fases de este proyecto podremos sacar conclusiones definitivas y valorar su aportación a la enseñanza de la física.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València por su ayuda al Equipo de Innovación y Calidad Educativa MSEL.

REFERENCIAS

Amaya, G. (2009). *Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física*. El Hombre y la Máquina No. 33, redalyc.org.

CURSO DE FÍSICA INTERACTIVO <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/>

Heredia, S., Moreno, J. C., Beléndez, A. (2011). *Prácticas de laboratorio de Física no presenciales en las Ingenierías de la Universidad de Alicante*. XIX CUIEET.

Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Ed. Pfeiffer.

MATLAB APP DESIGNER. <https://www.mathworks.com/help/matlab/app-designer.html>

Subhash, S. y Cudney, E. A. (2018). *Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature*. Computers in human behavior, 87, 192-206.

Zepeda, S.; Abascal, R.; López, E. (2012). *Integración de gamificación y aprendizaje activo en el aula*. Ed. Ra Ximhai 12(6), 315-325.

Espacios para el Aprendizaje por Retos como herramienta de desarrollo competencial en titulaciones universitarias (Hiperaulas)

José Luis Canito Lobo^a, Diego Carmona Fernández^b, Juan Pablo Carrasco Amador^c y Alfonso Carlos Marcos Romero^d

^a(Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, jlcanito@unex.es) ^b(Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, dcarmona@unex.es), ^c(Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, jpcarrasco@unex.es) y ^d(Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, acmarcos@unex.es).

Abstract

A modification of teaching spaces has been carried out, in the EII of the UEx, to adapt them to new methodologies. These spaces are called hyperclassrooms. Methodologies such as ABR, ABP, flipped classroom, hybrid learning, moocs, etc., can be brought to the hyper-classroom in a simple way, taking advantage of the most diverse networks and technological platforms. Finally, an activity developed in these hyperspaces, during the month of November 2021, in hackathon format is presented.

Keywords: Teaching methodologies, hyperspaces, hyperclassrooms, Innovation, hackathon.

Resumen

En la EII de la UEx se ha llevado a cabo una modificación de espacios docentes para adaptarlos a nuevas metodologías. Estos espacios tienen la denominación de hiperaulas. Metodologías como ABR, ABP, flipped classroom, aprendizaje híbrido, moocs, etc., pueden ser traídas al hiperaula de forma sencilla, aprovechando las redes y plataformas tecnológicas más diversas. Por último, se presenta una actividad llevada a cabo en estos hiperespacios durante el mes de noviembre de 2021 en formato hackathon.

Palabras clave: Metodologías docentes, hiperespacios, hiperaulas, Innovación, hackathon.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo general de esta comunicación es el de presentar acciones de innovación basadas en el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) que se han llevado a cabo en la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Extremadura (UEx) dentro de un Grupo de Innovación Docente (GID) denominado “Innovación”, aplicables a las titulaciones donde imparte docencia el profesorado del GID, continuando la línea de trabajo del grupo de los últimos años, donde ya se trabajó en tres de los cuatro elementos clave de los modelos AMET (Aprendizaje, Metodología, Espacios y Tiempos). En la EII de la UEx, desde el GID “Innovación” y con apoyo

del equipo directivo, se está impulsando un modelo AMET con raíces similares al modelo Tec21 del Tecnológico de Monterrey, aprovechando en paralelo las sinergias de los espacios hiperaula y del concepto RTC, Reinvent The Classroom, impulsado por HP, Intel y Microsoft. Se presenta la modificación de espacios realizados en la Escuela para adaptarlos a las nuevas metodologías docentes. Durante el curso 2020-21 se formó a los profesores del GID y a otros de los centros implicados, en la metodología ABR y en la concepción y potencialidad de estos espacios, atacando con ello tres de los elementos de actuación clave antes indicados, mostrando las diferentes fases de la definición de un reto bajo ABR y la forma en que llevarlo al aula. Este modelo comenzó a aplicarse en el Plan de Orientación Integral (POI) que el Centro ofrece a los estudiantes de forma transversal a las titulaciones que se imparten en el mismo, como proceso piloto para un posterior intento de extrapolación a las titulaciones oficiales cuando las singularidades del mundo universitario permitiesen hacerlo posible, y mientras se acometían las modificaciones en los espacios para crear las hiperaulas que antes se citaban.

Se trata de un modelo de los llamados AMET (Aprendizaje, Metodología, Espacios y Tiempos), de reconocida aplicabilidad y exitosos resultados en titulaciones de corte STEAM, con las siguientes características:

Aprendizaje: Instrucción Basada en Retos (ABR) (y/o en Proyectos, ABP).

Metodología: npS (no problemas, Soluciones): Project management, flipped classroom...

Espacios: Hiperaulas y espacios RTC.

Tiempos: Programación temporal transversal del Plan de Orientación Integral y proyectos del Grupo de Innovación Docente (GID).

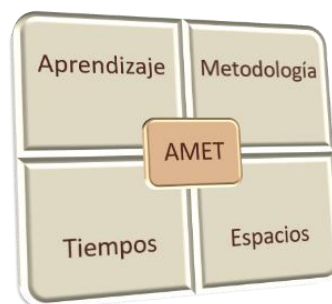


Fig. 1. Cuadrado AMET.

Todas las acciones realizadas parecen tener entre sus lecciones aprendidas registradas, una que advierte de la especial importancia que para el modelo tiene la creación de espacios oportunamente diseñados. Existen, en la actualidad, numerosas referencias que ponen el acento en contar con un diseño adecuado de los espacios utilizados, para conseguir éxito en la implantación de acciones que fomenten la adquisición de competencias transversales por parte de los alumnos. Un ejemplo lo encontramos en diferentes modelos impulsados en el mundo como el proyecto Reinvent The Classroom (RTC) impulsado por HP [<http://reinventtheclassroom.com/>].

En estos modelos, cuyo objetivo principal es conseguir que los alumnos mejoren su nivel de desempeño competencial en aquellas competencias más demandadas en el siglo XXI, se combinan cuatro actuaciones: una definición de espacios que los haga dinámicos y fácilmente

moldeables; una tecnología inmersiva y actual que dinamice el aprendizaje; la formación necesaria para el profesorado participante; y el impulso de proyectos en los que participen los alumnos con una orientación y tutoría del profesorado adecuadas.

En modelos basados en metodologías activas, como la que sostiene a npS, se hace imprescindible contar con espacios educativos y aulas de vanguardia con alto grado de interacción, con un empleo hábil de la tecnología y donde se cuente con profesores altamente capacitados, innovadores y vinculados con la práctica de su profesión, como anticipa una de las instituciones educativas del mundo donde con más éxito se aplica el ABR: el Tec de Monterrey.

Una de las configuraciones de espacios con más potencial para este tipo de metodologías son las que han venido a denominarse “hiperaulas”.

Es hiperespacio no solo porque sus dimensiones puedan ser más o menos grandes, como lo sería un hipermercado, sino porque, como este, permite diferentes configuraciones, pudiendo ser rediseñado fácilmente para ser utilizado por el gran grupo o por grupos más reducidos en modo de pequeñas ágoras de trabajo, ya sea en forma de aula tradicional con el mobiliario en posición lineal o en forma distribuida de grupos de trabajo reducidos, o en distribuciones que permitan simular el trabajo en serie, etc. Son espacios amplios pues y flexibles, que pueden reconfigurarse con suma facilidad en las tres dimensiones (también en altura, por ejemplo, al contar con diferentes espacios dentro de ellas en función de la tarea preferente a desempeñar). Permiten también flexibilidad en cuanto al tipo de trabajo a realizar: individual o en grupo, así como usos temporales no necesariamente secuenciales, con posibilidad incluso de la asincronía. Además, es hipermedia al permitir el empleo simultáneamente de lo impreso y lo digital, de lo físico y lo virtual, de lo real y lo simulado, en cualquiera de los formatos posibles en que tenemos hoy en día posibilidad de almacenar la información. Es la forma en que somos capaces de trasladar el aula a la aldea global, ensanchando sus horizontes.

Así, se consideran necesarios cuatro espacios: zona thinking (donde los alumnos “piensan”, “reflexionan” sobre el proyecto a realizar); zona Design (donde se da forma a las ideas y se trabaja en equipo, “creando”); zona Maker (donde se utilizan las herramientas que permitan obtener un “modelo” o “prototipo” en el proyecto, se “fabrica”); y zona Stage (donde se exponen los proyectos, se presentan en público, se relacionan entre sí los alumnos,...). En estos espacios, y a lo largo del desarrollo del proyecto, los alumnos consiguen mejorar su desempeño en muchas competencias transversales tanto intrapersonales como interpersonales (hablar en público, resiliencia, orientación a soluciones, trabajo en equipo, negociación, resolución de problemas y conflictos...), además de en las técnicas relacionadas con sus estudios.

METODOLOGÍA

Este grupo GID inició en la convocatoria PID anterior, en la EII, un proceso de reflexión, análisis y actuación que permitiese definir y crear espacios donde pueda implementarse este concepto de enseñanza impulsando ya proyectos que permitan medir su impacto sobre la mejora de las competencias del alumnado participante. Como resultado de ello se ha finalizado la zona “Innovación” del Centro, compuesta por una zona de estudio individual,

una biblioteca de recursos, una zona de trabajo en equipo, un fablab, dos espacios hiperaulas, una zona de investigadores y dos salas de exposición/reuniones (véase imagen en enlace <https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/eii/archivos/ficheros/docs/boletines/boletiiin-eiimpresas-01-vf.pdf>).

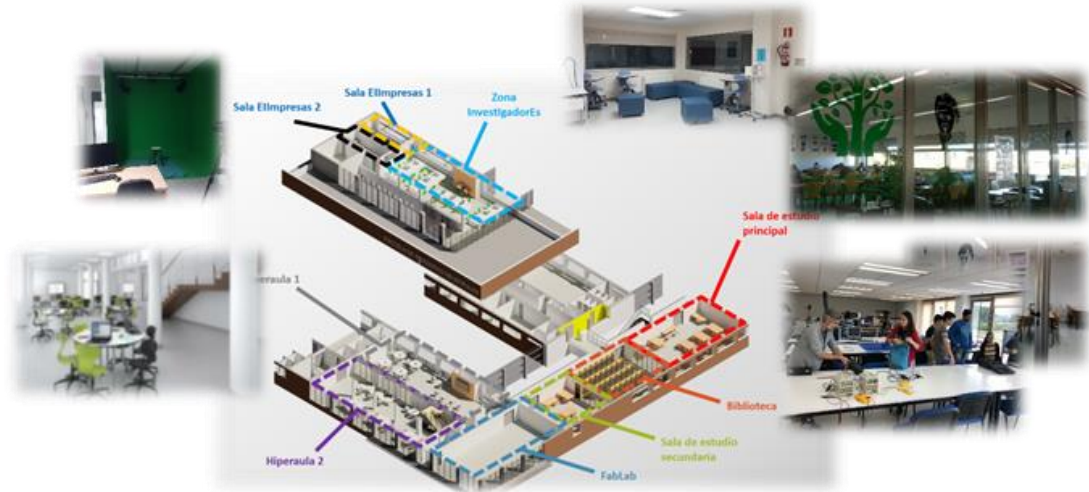


Fig. 2. Espacios hiperaula en la EII.

En la figura 2 se observan las hiperaulas 1 y 2: son dos espacios con las características que se indicaban anteriormente para esta reformulación de las aulas que facilita la aplicación de metodologías centradas en el aprendizaje.

En los modelos RTC, que tiene entre sus objetivos conseguir que los alumnos mejoren su nivel de desempeño competencial en aquellas competencias más demandadas en el siglo XXI, se combinan cuatro actuaciones: una definición de espacios que los haga dinámicos y fácilmente moldeables; una tecnología inmersiva y actual que dinamiza el aprendizaje; la formación necesaria para el profesorado participante; y el impulso de proyectos en los que participen los alumnos con una orientación y mentoría del profesorado adecuadas.

RESULTADOS

Esta propuesta terminó con la celebración de un hackathon, donde los estudiantes pudieron experimentar al mismo tiempo que disfrutar, la evolución desde la idea a la solución, aprovechando el trabajo y el conocimiento adquirido durante el curso en las diferentes asignaturas.

Para ello, se aprovecharon los espacios recién que configuran la zona “Innovación” de la Escuela de Ingenierías Industriales, como modelo extrapolable a otros centros de la UEx en los que se encuentran adscritos miembros del grupo GID.

La participación de los estudiantes fue completamente activa, incluso los horarios de participación tuvieron que ser modificados a petición de los estudiantes. Inicialmente, los horarios establecidos eran: 08.10-20.00 el primer día y 10.00-14.00 el segundo día. A petición

de los participantes durante el evento, al comprobar el interés que tenía el uso de metodologías aplicadas, se ampliaron a: 08.10-22.00 h, el primer día y 07.00-14.00 h, el segundo día.

Cabe destacar que todos los equipos lograron dar solución al reto y se centraron especialmente en su búsqueda, dejando en un segundo plano, en muchos casos, la rúbrica de evaluación que debían contemplar.

En cuanto a la puntuación máxima posible a obtener (108 puntos), todos los equipos lograron, en términos porcentuales, una puntuación superior a 5 (el equipo con la peor puntuación obtuvo una media puntuación de 56,5, por lo que, en términos porcentuales, tendría una nota de 5,23, o lo que es lo mismo, 52,31% sobre la nota máxima). El equipo con la puntuación más alta alcanzó la calificación de 82.41%.

Las empresas que participaron expresaron el deseo de volver a participar en los años siguientes si se celebraban nuevas ediciones.

Los docentes que solicitaron asistir al evento como simples observadores, comprobaron que la atención de los participantes era muy alta, pudiendo asistir a un claro ejemplo de la importancia de las metodologías activas cuando los alumnos aprenden y se motivan. Varios profesores declararon que quieren aplicar metodologías de este tipo en sus clases, solicitando participar de alguna manera en futuras ediciones.

Está previsto que estos proyectos puedan originar diferentes TFGs y TFM's por parte del alumnado por su carácter integrador que se iniciarán ya en este primer semestre del curso 2021-2022, dándole continuidad al mismo en el segundo.

CONCLUSIONES

Los enfoques competenciales exigen modificar nuestro planteamiento mental, hemos de cambiar dónde ponemos el acento, más bien la tilde, si en la "i" de las características del modelo tradicional o en las de otros modelos como el propuesto en este trabajo, resultado de aunar lo beneficioso de un conjunto de disciplinas, técnicas y herramientas, con fuerte presencia del aprendizaje vivencial, situacional, que recorre los cuatro componentes del marco HPL (centrado en el estudiante, en el conocimiento, en la evaluación y en la comunidad), y que bajo los fundamentos del project management permiten mejorar el desempeño competencial en la gestión de cualquier situación a resolver convirtiéndola en un proyecto.

Y en estas características la reconfiguración de los espacios es una de las que más atención a corto plazo requiere, puesto que muchos profesores innovadores que quieren llevar a sus aulas metodologías activas se encuentran con el escollo de que las características del espacio y del mobiliario no lo permiten o, cuanto menos, favorecen. No existe ninguna prueba a favor del sistema tradicional de aula-huevera, mientras que cada vez son más los datos y pruebas de la superioridad de las hiperaulas, ya sea en términos de satisfacción, interés, desempeño, colaboración o combinaciones de ellos.

Se ha mostrado que durante los i-Days se ha trabajado en la búsqueda de soluciones a retos de la vida real trabajando en equipos con participantes de distintas disciplinas con el objetivo de incitar e impulsar la innovación y el espíritu empresarial entre estudiantes.

Se ha aumentado la difusión en redes sociales con un mayor marco temporal.

Se ha despertado un alto interés de diferentes agentes sociales desde empresas hasta medios de comunicación en este tipo de iniciativas.

Se ha aprovechado la sinergia creada por los propios alumnos para reforzar las metodologías activas para llevar al aula.

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

- Carmona, D., Álvarez, A., Gallardo, C.M., Hipólito, F. y Horrillo, L.A. (2017). Programando asignaturas por competencias bajo metodología npS. En "25 experiencias de innovación educativa. Hacia un mundo por competencias". Edit. EII. Badajoz. pp. 113-132.
- Carmona, D., et al. (2017). El Plan de Orientación Integral (POI) de la EII de la UEx como herramienta para la mejora del desempeño competencial. En "25 experiencias de innovación educativa. Hacia un mundo por competencias". Badajoz: Edit. EII.
- Fernández Enguita, M. (2019). Hiperaulas: así es la escuela que desbancará al colegio tradicional. The Conversation. Disponible el 26/01/2021 en <https://theconversation.com/hiperaulas-asi-es-la-escuela-que-desbancara-al-colegio-tradicional-113795>.
- Fernández Enguita, M. (2019). La conquista del espacio. DyLe, 4. Disponible el 26/01/2021 en <https://blog.enguita.info/2020/01/la-conquista-del-espacio.html>.
- González, E., Herrera, R. y Reginaldo, C. (2009). Formación basada en competencias: desafíos y oportunidades. En Diseño curricular basado en competencias y aseguramiento de la calidad en la educación superior. GOP Cinda. Disponible el 26/01/2021 en: https://www.academia.edu/5022464/FORMACION_BASADA_EN_COMPETENCIAS_DESAFIOS_Y_OPORTUNIDADE_S.
- Tecnológico de Monterrey. (2015). Modelo educativo del Tecnológico de Monterrey. Disponible el 26/01/2021 en http://sitios.itesm.mx/va/dide/modelo/content_esp.htm.

Incorporación de la industria 4.0 y de la robótica colaborativa en la formación universitaria

Miguel Angel Mariscal^a, Susana García^b, Sergio Ortiz^c y Eva María López^d

^a Departamento Ingeniería de Organización, Escuela Politécnica Superior Universidad de Burgos, mariscal@ubu.es, ^b Departamento Ingeniería de Organización, Escuela Politécnica Superior Universidad de Burgos, susanagh@ubu.es, ^c Departamento Ingeniería de Organización, Escuela Politécnica Superior Universidad de Burgos, sobarcina@ubu.es y ^d Departamento Ciencias de la Educación, Facultad de Educación, Universidad de Burgos, emlperea@ubu.es.

Abstract

The development and implementation of the enabling technologies of industry 4.0 needs to be introduced into engineering studies. A collaborative robotics practice is shown in a subject, through the use of different methodologies to be able to impart knowledge with 1 single cobot in the classroom, through simulation software.

Keywords: Industry 4.0. Cobot. Simulation. Technology.

Resumen

El Desarrollo y la implementación de las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0 es necesario introducirlas en los estudios de ingeniería. Se muestra una práctica de robótica colaborativa en una asignatura, a través del uso de distintas metodologías para poder impartir los conocimientos con 1 solo cobot en el aula, a través de software de simulación.

Palabras clave: Industria 4.0. Cobot. Simulación. Tecnología.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el contexto que nos encontramos está implantándose una transformación digital irreversible, que en algunos casos no está contemplada en los planes de estudio.

El término industria 4.0 surgió en Alemania a principios de la década de los 2010 (Blanco 2017). Su concepto es extremadamente amplio, pero podría resumirse en un proceso de transformación digital de la industria, en la cual se implementan una serie de tecnologías habilitadoras para hiperconectar todos los elementos tanto productivos como de sistemas de información del tejido empresarial y de esta manera dinamizar la producción, mejorar la competitividad y asegurar mejores estándares de calidad.

La industria 4.0 es una etapa que trae mayor automatización, hiper conectividad, control de cada mínimo aspecto del proceso productivo, unión de sistemas físicos y ciber-físicos, almacenamiento masivo de información, biotecnología, computación cuántica, realidad

virtual, conducción autónoma, ciberseguridad, y una interminable lista de aplicaciones ligadas a las nuevas tecnologías.

Dentro de la llamada industria 4.0 (Blanco 2017), surge como una de las tecnologías habilitadoras la robótica colaborativa, que con sus ventajas sobre la robótica tradicional es necesario conocer por parte del alumnado y la adquisición de competencias para poder implantarla.

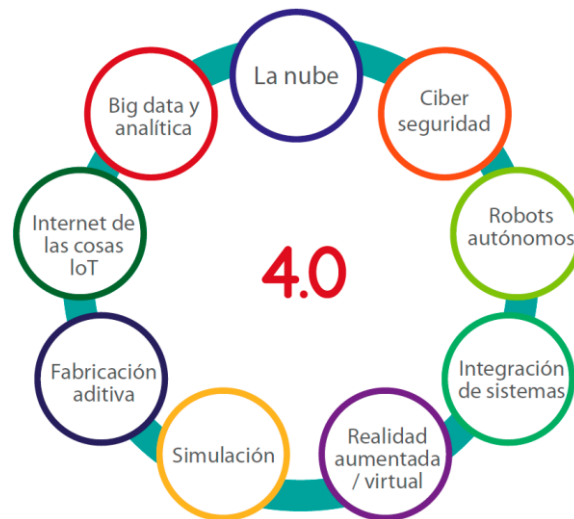


Figura 1. Tecnologías habilitadoras Industria 4.0. Fuente: Blanco (2017)

Tal y como se puede ver en Mariscal (2020), la implantación y crecimiento del número de Cobots en España está siendo muy importante, por lo que la formación y conocimiento por parte del alumnado se considera importante.

En el Master en Ingeniería Industrial de la Universidad de Burgos, existe la asignatura en el primer curso de “dirección de la producción y proyectos”, en la cual se contemplan como competencias transversales:

ED-13 Conocimientos de sistemas de información a la dirección, organización industrial, **sistemas productivos** y logística y sistemas de gestión de calidad.

ED-14 Capacidades para organización del trabajo y gestión de recursos humanos. **Conocimientos sobre prevención de riesgos laborales.**

ED-15 Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos.

EP-2 Dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.

EP-3 **Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos.**

EP-4 Realizar la planificación estratégica y aplicarla a sistemas tanto constructivos como de producción, de calidad y de gestión medioambiental.

EP-5 Gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos.

EP-6 Poder ejercer funciones de dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos I+D+i en plantas, empresas y centros tecnológicos.

EP-8 El ejercicio de la docencia en los términos que precise la normativa vigente.

La aparición de la robótica colaborativa hace que en varias de ellas sea necesario conocer dicha tecnología. Se señalan en el listado anterior en negrita las que pueden alcanzarse mediante la práctica con Cobots.

También dentro de la misma asignatura, como objetivos docentes se encuentran:

1. Capacitar al alumno para la elaboración y dirección de proyectos
- 2. Dotar al alumno de los conocimientos fundamentales para el diseño de sistemas productivos y para la gestión de la producción**
3. Capacitar a los alumnos para integrar la producción con prevención de riesgos laborales, calidad, medio ambiente y el resto de unidades de gestión de la empresa.
4. Preparar al alumno para que pueda gestionar, planificar y realizar el seguimiento de proyectos.

También se señala en negrita los objetivos docentes que se pueden alcanzar con la práctica desarrollada. Finalmente, los contenidos de la asignatura son los siguientes:

Capítulo 1. Sistemas de información a la dirección.

Capítulo 2. Organización industrial.

Capítulo 3. Sistemas productivos y logística.

Capítulo 4. Sistemas de gestión de calidad.

Capítulo 5. Dirección integrada de proyectos.

Capítulo 6. Organización del trabajo.

Capítulo 7. Prevención de riesgos laborales.

Los objetivos de la incorporación de esta práctica dentro de la asignatura son:

- Incorporar una práctica de robótica colaborativa en una asignatura universitaria.
- Diseño de una práctica de programación de un robot colaborativo para poder ser realizada por un número elevado de alumnos, simulando con 1 cobot real. Pese a la escasez de recursos (1 cobot) para un curso con un número elevado de alumnos, preparar un ejercicio de programación de un cobot a través de software, para luego probar el programa en el cobot físicamente.

METODOLOGÍA

Los contenidos de industria 4.0, empresa digital y robótica colaborativa se desarrollan en 8 horas, 4 de teoría y 4 de laboratorio.

En la parte de teoría de desarrolla:

- Que es industria 4.0. Origen, definición, tecnologías habilitadoras.
- Que es la robótica colaborativa. Definición. Demostración con un COBOT

En la parte de práctica de laboratorio se desarrollan dos actividades:

- Programación de un cobot para la realización de un trabajo, mediante un simulador en aula de informática de la tableta de programación.

- Con la programación de cada alumno, se acude al laboratorio para ejecutar el programa diseñado y ver su funcionamiento.
- En función del resultado del apartado anterior, se reprogramará el cobot en el aula de informática, para volver a ejecutarlo en el laboratorio hasta su correcta ejecución.

En el laboratorio se dispone de un Robot Colaborativo UR3, con su tableta de programación tal y como se puede ver en la figura 2.

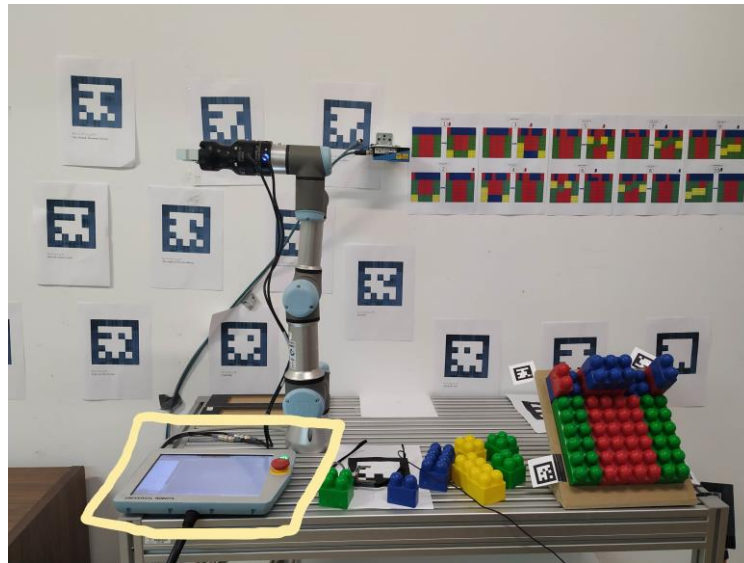


Figura 2. Puesto de trabajo del UR3 con su tableta de programación

El problema existente es que para un número elevado de alumnos o superior a 5, se hace complicado programar con la tableta. Por eso se ha considerado la instalación de un software de programación. El **URSim on Linux** se ha instalado para poder realizar la práctica en aula de informática, pudiendo pasar el programa diseñado al UR3 y ver su funcionalidad. Un ejemplo del software se muestra en la figura 3.

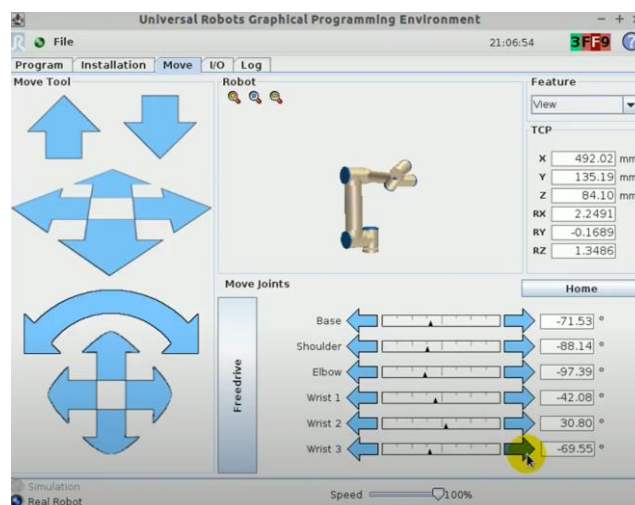


Figura 3. Pantalla del software utilizado.

RESULTADOS

La práctica diseñada desarrollada para realizar por los alumnos en el software del aula es la siguiente:

Se requiere aplicar un cordón de silicona de manera uniforme sobre una pieza para un proceso productivo. La velocidad de la herramienta debe ser constante a lo largo del recorrido y debe empezar la aplicación con la velocidad ya adquirida y detener el movimiento instantes después tras finalizar la aplicación, para que no se formen zonas irregulares. Se debe elegir el tipo de movimiento adecuado para tal misión y seguir la trayectoria indicada en la imagen, que se compone de dos rectas paralelas unidas por una semicircunferencia.

Cada 10 ciclos de aplicación se debe realizar una limpieza de la punta de la herramienta, que consiste en hacerla pasar de manera rectilínea por una zona destinada a tal efecto. Siempre que se ponga en marcha el robot con un bote ya empezado después de haber estado apagado, se hará pasar la punta por la zona de limpieza.

La herramienta soporta un bote de silicona que debe ser sustituido cada 30 ciclos, por lo que cada 30 ciclos a partir del reemplazo del mismo, se debe mostrar un mensaje de advertencia y se debe colocar la herramienta en un lugar que permita al operario cambiar el bote gastado. Cuando el bote ha sido repuesto, el operario pulsa "OK" en la pantalla y después un botón para seguir con el proceso. Ese mismo botón permite posicionar el robot en la zona de cambio de bote en cualquier momento del proceso excepto en el momento de limpieza (si se pulsa en el momento de limpieza, la orden quedará pendiente de ser cumplida al finalizar la limpieza).

Esto permite una inspección de la herramienta por varios motivos con un accionamiento manual. Cuando se produzca este caso, si se mantiene pulsado el botón durante más de 1,5 segundos para indicar que ha finalizado la inspección, servirá también para indicar que se ha reemplazado el bote (reiniciar contadores).

Los contadores deben guardar su información, aunque el robot se apague.

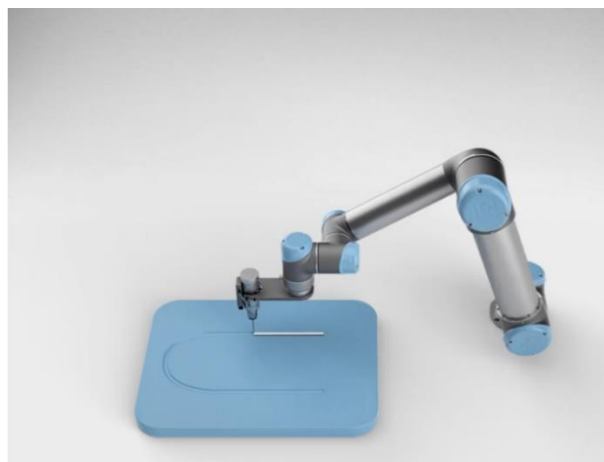


Fig. 4. Objetivo de la práctica

CONCLUSIONES

La práctica se ha realizado por primera vez en el curso 2021-22 en la asignatura Dirección de la Producción y Proyectos del Master en Ingeniería Industrial de la Universidad de Burgos.

Dentro de las competencias, contenidos y objetivos de la asignatura se ha actualizado la asignatura con una tecnología que es la robótica colaborativa, de reciente aparición. También se ha cumplido con uno de los objetivos del proyecto financiado por la Consejería de Industria de la Junta de Castilla y León referenciado al final, para difundir las nuevas tecnologías en la formación universitaria.

Dado el elevado número de matriculados, mayor de 10, se ha podido trabajar con un COBOT UR3, aprendiendo su funcionamiento, programación y posibilidades a través de la combinación de clases teóricas, prácticas en aula de informática con un simulador y prácticas con el mismo COBOT, sin que el elevado número de matriculados suponga un impedimento.

Es necesario ampliar este ejemplo a materias de grado de la rama industrial, para mejorar las capacidades de dichos alumnos.

Esta inclusión en los contenidos de la asignatura ha sido posible gracias a la financiación de la Consejería de Industria de la Junta de Castilla y León a través de la financiación del proyecto: "LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA INDUSTRIA 4.0. ESTUDIO DE CONDICIONES DE TRABAJO Y SIMULACIÓN DE RIESGOS CON ROBOTICA COLABORATIVA. DIFUSIÓN DE RESULTADOS PARA LA SENSIBILIZACIÓN EN CASTILLA Y LEÓN." De referencia INVESTUN/21/BU/0005

REFERENCIAS

- Blanco Raúl., Fontrodona Jordi y Poveda, Carmen, (2017), "La industria 4.0: el estado de la cuestión", Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, recuperado de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO,%20FONTRODONA%20Y%20POVEDA.pdf> (acceso: 30-11-2018)
- Mariscal, M. A., García S., Gonzalez, J. (2020). Estado de la implantación de la industria 4.0 en las empresas de Castilla y León. ISBN: 978-84-95308-14-6. Consejo Económico y social de Castilla y León.

Mejora de las asignaturas relativas a prevención de riesgos laborales con la introducción de la robótica colaborativa

Miguel Angel Mariscal^a, Clara López Santamaría^b, Sergio Ortiz^c y Eva María López^d

^a Departamento Ingeniería de Organización, Escuela Politécnica Superior Universidad de Burgos, mariscal@ubu.es, ^b Departamento de Filología Moderna, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Alcalá de Henares, c.lopezs@edu.uah.es, ^c Departamento Ingeniería de Organización, Escuela Politécnica Superior Universidad de Burgos, sobarcina@ubu.es y ^d Departamento Ciencias de la Educación, Facultad de Educación, Universidad de Burgos, emplperea@ubu.es.

Abstract

It is necessary to introduce in Occupational Risk Prevention subjects new knowledge about the new technologies available in industry, for this reason with the appearance of Collaborative Robots (COBOTS) the student within the part of Machine Safety proposes a practice for its use and knowledge.

Keywords: Cobot. Simulation. Occupational Risk Prevention. Machines.

Resumen

Es necesario introducir en asignaturas de Prevención de Riesgos Laborales nuevos conocimientos sobre las nuevas tecnologías disponibles en industria, por ello con la aparición de los Robots Colaborativos (COBOTS) se plantea una práctica para su uso y conocimiento por parte del estudiante dentro de la parte de Seguridad en Máquinas.

Palabras clave: Cobot. Simulación. PRL. Máquinas.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los robots colaborativos o cobots son aquellos que por definición pueden compartir el espacio de trabajo con los operarios, sin necesidad de vallados perimetrales de seguridad o solo con protecciones parciales (Mariscal, 2019)

Esta tecnología resulta muy importante, dado que España es uno de los países con mayor densidad de robots industriales de Europa (este término engloba tanto los robots tradicionales como los colaborativos), unos 170 robots por cada 10.000 empleados (Mariscal, 2020)

Por tanto, se juntan dos aspectos, primero que los COBOTS son de reciente implantación, pero con un crecimiento exponencial en la implementación dentro de las empresas, y que, por su propia definición, no llevan vallados perimetrales con lo cual los aspectos relativos a seguridad toman una especial importancia.

Es necesario introducir estos nuevos elementos en las asignaturas de prevención de riesgos laborales impartidas en la actualidad en la enseñanza universitaria.

El objetivo ha sido la introducción de una práctica con robótica colaborativa para introducir dicha tecnología en una asignatura de Prevención de Riesgos Laborales. Se buscan dos aspectos:

- Dar conocimientos de robótica colaborativa en la titulación.
- Complementar los conocimientos sobre seguridad en máquinas y evaluación de riesgos laborales.

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo ver dentro de una asignatura de prevención de riesgos una práctica de seguridad en máquinas con especial enfoque en seguridad en COBOTS y riesgos psicosociales relativos al trabajo con dichos COBOTS.

METODOLOGIA

1.1. *Ámbito de actuación.*

Se toma como ejemplo la asignatura de Prevención de Riesgos Laborales en el Grado de Organización Industrial de la Universidad de Burgos. La asignatura optativa de 4º curso, tiene en su guía los siguientes objetivos docentes (web ubu):

“Conocer los riesgos analizados en las especialidades de Seguridad, Higiene y Ergonomía-Psicología, así como las técnicas analíticas y operativas adecuadas a cada caso”

Las unidades docentes afectadas sería las siguientes:

Bloque 2.-SEGURIDAD EN EL TRABAJO

TEMA 4.- EL ACCIDENTE DE TRABAJO.

TEMA 6.- EVALUACION DE RIESGOS.

Bloque 3.- OTRAS ESPECIALIDADES DE PRL

TEMA 9.- ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA

1.2. *Actividad propuesta*

Para la impartición de la práctica de la asignatura anteriormente descrita (2 horas de teoría y 2 horas de práctica) y con el objetivo de alcanzar las competencias de la misma, se dispone de dos COBOT UR3 y UR5 en el laboratorio de simulación. También se dispone de un Eye-tracker Tobii Pro II (véase figuras 1 y 2)



Fig. 1. Laboratorio de simulación



Fig. 2. Cobot electric gripper.(Robotiq 2020) y Tobii Pro Glasses 2.(Tobii Pro 2020)

La práctica que deben realizar los alumnos es:

1. Explicación de lo que es un robot colaborativo. Funciones, capacidades y parámetros. Descripción de utillajes.
2. Explicación de que es un eyetracker. Condiciones de uso, variables recogidas.
3. Estudio de la normativa de PRL respecto a COBOTS. ISO-TS 15066. Además, se revisarán las siguientes normativas:
 - a. • ISO 10218-1: requisitos para robots industriales. Parte 1 – robots.
 - b. • ISO 10218-2: requisitos para robots industriales. Parte 2 – sistemas de robots e integración.
 - c. • ISO 11161: sistema de fabricación integrado – requisitos básicos.
 - d. • ISO 13849-1: partes relacionadas con la seguridad de los sistemas de control. Parte 1: principios generales para el diseño.
 - e. • ISO 13850: función de parada de emergencia – principios para el diseño.
 - f. • ISO 13851: dos dispositivos de control de mano – aspectos funcionales y principios de diseño.
 - g. • ISO 13855: posicionamiento de salvaguardias respecto a las velocidades de aproximación de las partes del cuerpo humano.
4. Detalle del experimento a realizar. Para ello se realizará por parte de un alumno una simulación de operaciones de trabajo, con el uso conjunto de Cobot y Eyetracker.
5. Visualización de los parámetros recogidos en cuanto a PRL y a estrés laboral.
6. Análisis de los resultados y comparación respecto a la normativa vigente.

Existe multitud de utillaje disponible para robots colaborativos. Antes de especificar los distintos tipos que hay de pinzas para robot o manipulador, cabe aclarar la diferencia entre ambos conceptos. Un manipulador es a grandes rasgos un brazo compuesto por elementos mecánicos con articulaciones entre ellos. En la última unión se posiciona un dispositivo funcional, como una pinza o un gripper especial para llevar a cabo las distintas operaciones que se requieran.

- **Pinzas y dedos:** en el mercado se encuentran muchos útiles y manos de robots estandarizados. Su uso es común en procesos industriales más simples de manipulación de distintas piezas.
 - o **De cierre angular o paralelo:**

- De vacío
- Magnéticas
- **Herramientas:** a la muñeca del robot industrial no solo se le puede acoplar un manipulador, sino también herramientas específicas, como atornilladores, soldadores, láser, dosificadores de adhesivo, dosificadores de pintura, pulidoras...
- **Gripper versátiles:** finalmente muchos procesos industriales son específicos y distintos para cada método de fabricación. Por ello la solución final requiere del diseño específico y a medida de útiles, garras o manos especiales que no se encuentran en el mercado. Como ejemplos existen, Telas de airbag, Extracción de inyectoras, Pinzas y corte, Flameadores, Aplicadores de adhesivo, Atornillador, Aplicadores de insertos, Visión artificial, Soldadura por ultrasonido, Paletizado y manipulado, Pinzas con agarre interior/exterior

En la demostración se realizarán cuatro simulaciones, realizando la misma tarea con dos cobot de distintos tamaños, UR3 y UR5, en dos casos, usando el Cobot como suministrador de piezas o siendo una persona la que sustituya al Cobot para suministrar dichas piezas. En este caso se utilizará una pinza de dos dedos, tal y como se puede ver en la figura 2. Un ejemplo de las operaciones a realizar y del cuadro de trabajo se muestra en las figuras 3 y 4

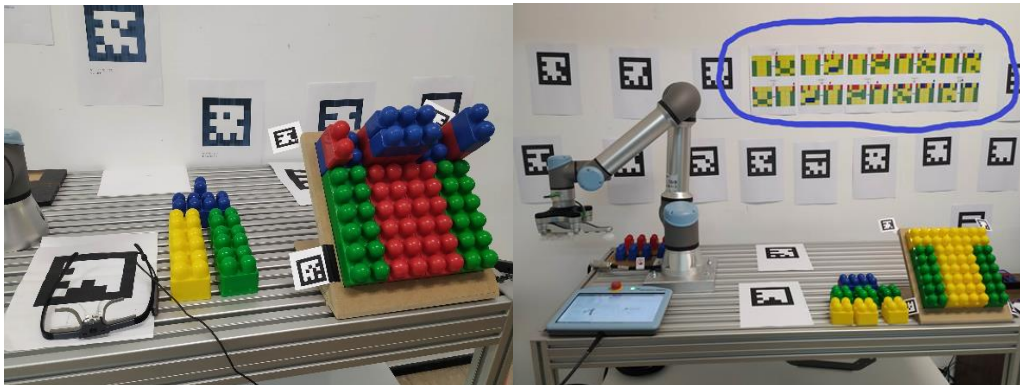


Fig. 3. Cuadro de trabajo. Fig. 4. Ordenes de trabajo a realizar rodeadas de azul

RESULTADOS

Los resultados de la práctica ayudan a alcanzar la competencia marcada de comprensión y dominio de la prevención de riesgos laborales, al realizar una simulación con máquinas reales. Se consigue manejar robots colaborativos, evaluar sus riesgos mediante simulación y ver cómo influyen en el estrés del trabajador. Anteriormente se realizaba la práctica mediante exposición de fotografías y videos, pero no con un manejo de una máquina real.

A continuación, se muestran en las figuras 5 y 6 dos ejemplos de parte de los resultados que los alumnos pueden visualizar.

En el primer caso de la figura 5 se muestra una pantalla del programa Tobi Pro II que recoge los datos del eyetracker, la grabación visual, y las posibilidades de tratamiento de los datos.

En la figura 6 se muestra un ejemplo de los datos ya tratados con el mismo software y en concreto la nube de puntos generada con el ejemplo ya tratado.

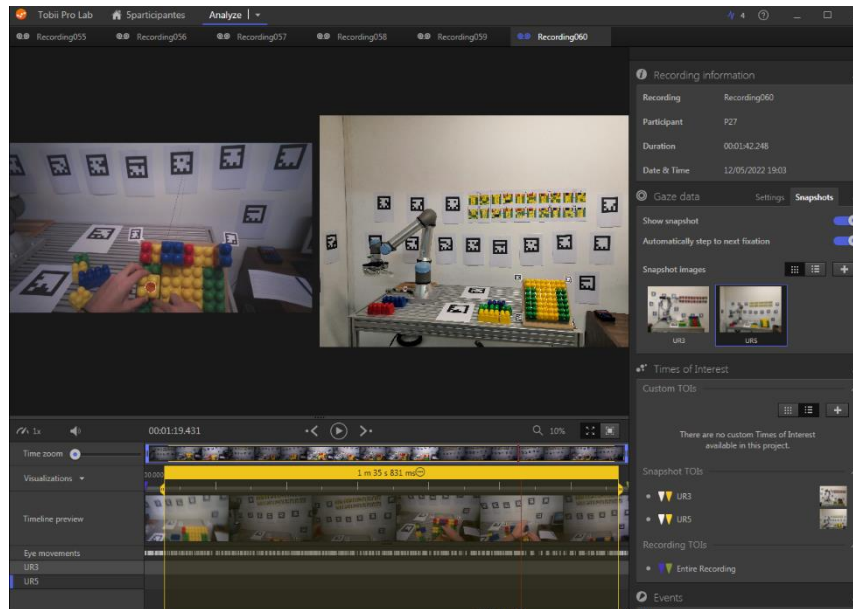


Fig. 5. Pantalla del programa de visualización de resultados Tobii Pro II

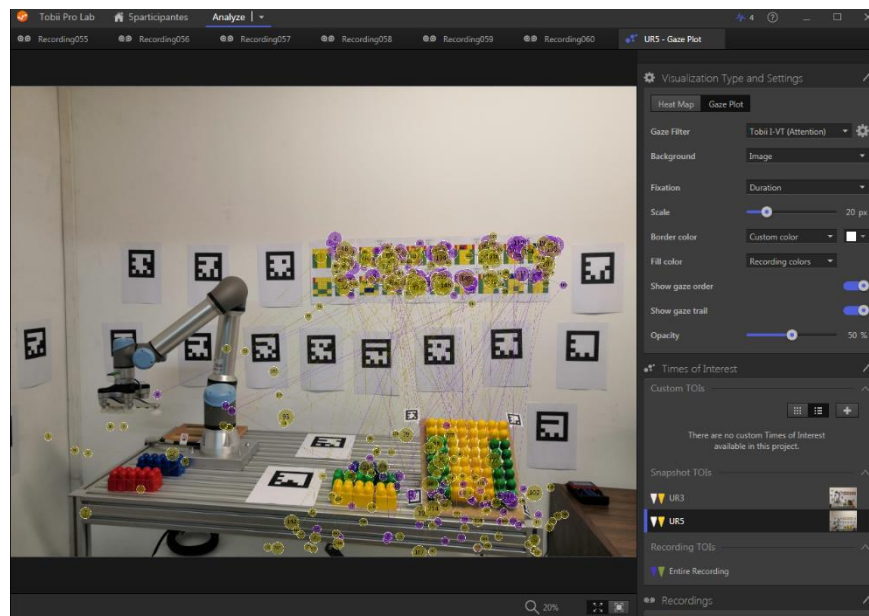


Fig. 6. Pantalla del programa de visualización de resultados Tobii Pro II con nube de puntos de visualización del experimento

CONCLUSIONES

Dada la evolución en la tecnología y la incorporación de nuevos elementos en las industrias, es necesario formar a los estudiantes en esos nuevos equipamientos y en las implicaciones que existen en la Prevención de Riesgos Laborales.

En el ejemplo mostrado se detalla una nueva práctica a incorporar en cualquier asignatura genérica de prevención de riesgos laborales, en concreto para la parte de Seguridad en Máquinas, con la aplicación de los conocimientos teóricos explicados para su utilización en Robots Colaborativos.

Adicionalmente se explica y utiliza un eyetracker para captar, tratar y visualizar los datos obtenidos a través de un ejercicio con COBOT-EYETRACKER.

Esta práctica se ha realizado de forma experimental en el curso 2021-22 y está preparada ya para su implementación en cursos posteriores, siendo posible su utilización en cualquier asignatura de Prevención de Riesgos Laborales, para la parte de Seguridad en Máquinas. Es necesario revisar la práctica para añadir un ejemplo de evaluación de riesgos en máquinas y ampliar la parte de evaluación del riesgo de estrés del trabajador.

Es necesario ampliar este ejemplo a otras asignaturas de los grados en ingeniería industrial, con materias propias de prevención o aquellas del área de organización de empresas que tengan alguna parte relativa a Prevención de Riesgos Laborales.

Finalmente cabe señalar que se ha cumplido con uno de los objetivos del proyecto financiado por la consejería de Industria de la Junta de Castilla y León referenciado al final, para difundir la prevención de riesgos laborales en especial, en la formación universitaria de Ingeniería.

AGRADECIMIENTOS

Esta inclusión en los contenidos de la asignatura ha sido posible gracias a la financiación de la Consejería de Industria de la Junta de Castilla y León a través de la financiación del proyecto: "LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA INDUSTRIA 4.0. ESTUDIO DE CONDICIONES DE TRABAJO Y SIMULACIÓN DE RIESGOS CON ROBOTICA COLABORATIVA. DIFUSIÓN DE RESULTADOS PARA LA SENSIBILIZACIÓN EN CASTILLA Y LEÓN." De referencia INVESTUN/21/BU/0005

REFERENCIAS

- Mariscal M.A., et al., *Risk management and cobots. Identifying critical variables*, in *Proceedings of the 29th EUROPEAN SAFETY AND RELIABILITY CONFERENCE (ESREL 2019)*. 2019. p. 1834-1841.
- Mariscal, M. A., García S., Gonzalez, J. (2020). Estado de la implantación de la industria 4.0 en las empresas de Castilla y León. ISBN: 978-84-95308-14-6. Consejo Económico y social de Castilla y León.
- Web ubu: <https://www.ubu.es/grado-en-ingenieria-de-organizacion-industrial-espanol-y-bilingue-en-ingles/informacion-basica/guias-docentes>

El uso de la simulación dinámica para promover las competencias transversales en asignaturas de ingeniería mecánica

J.L. Suñer Martínez^a, J. Carballeira^a

^a Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 València. josuner@mcm.upv.es; jacarmo@mcm.upv.es

Abstract

In higher education, the development and assessment of generic competences is fully integrated. This paper shows the experience in the Department of Mechanical and Materials Engineering (DIMM) of the Polytechnic University of Valencia (UPV) on the use of Dynamic Simulation of Multibody Systems (DSMS) as an environment in which to put into practice and increase the development of generic competences in the last years and Final Degree Projects, using the DSMS both directly and in combination with other subjects typical of mechanical engineering, such as Machine Design, Robotics or other engineering.

Keywords: Generic competences, Mechanical engineering, Dynamic simulation, Final degree project.

Resumen

En los estudios superiores está plenamente integrado el desarrollo y evaluación de competencias transversales. En esta ponencia se muestra la experiencia en el Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales (DIMM) de la Universitat Politècnica de València (UPV) del uso de la Simulación Dinámica de Sistemas Multicuerpo (SDSM) como entorno en el que poner en práctica y aumentar el dominio de competencias transversales en últimos cursos y Trabajos Fin de Grado, utilizando la SDSM tanto de manera aislada como combinada con otras materias propias de la ingeniería mecánica o de otras ingenierías.

Palabras clave: Competencias Transversales, Ingeniería Mecánica, Simulación Dinámica, Trabajos Fin de Grado.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El desarrollo y evaluación de competencias transversales en los estudios universitarios de carácter científico-técnico es un tema relevante en la innovación educativa en los últimos años, por su importancia en los nuevos planes de estudio surgidos en el seno del Espacio Europeo de Educación Superior, y su valoración positiva por parte de las empresas. El empleo de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) para fomentar las competencias

transversales es interesante ya que permiten crear simulaciones de la realidad en las que los estudiantes tienen que poner en juego estas competencias (Cervera, 2010). En la referencia (Cano, 2018) se pueden encontrar diversos recursos TIC en diferentes ámbitos de conocimiento para trabajarlas.

En el ámbito de la ingeniería mecánica, se pueden encontrar propuestas para el desarrollo de estas competencias aprovechando la naturaleza compleja de las actividades relacionadas con el diseño mecánico (Caicedo, 2020). Estas propuestas se pueden emplear incluso en grupos numerosos de estudiantes (Suñer, 2021). El uso de herramientas numéricas de simulación dinámica plantea además múltiples oportunidades para el desarrollo de estas competencias en la misma línea de lo comentado anteriormente. El empleo de simulaciones permite disponer de un entorno en el que aprender haciendo, lo que mejora la experiencia de los estudiantes. Las tareas que surgen para poner este entorno en marcha y el análisis de los resultados obtenidos, así como la forma en la que se organiza este trabajo en el aula, generan múltiples oportunidades para trabajar diferentes competencias transversales.

En la referencia (Aziz, 2011) se describe una experiencia con simulaciones combinadas en Working Model y Mathcad para trabajar pensamiento crítico, entre otras competencias, mediante una aproximación de aprendizaje basado en problemas. En la referencia (Redkar, 2012) se muestra una experiencia en la que este entorno permitió mejorar la comunicación efectiva entre los diferentes participantes de un curso sobre Dinámica de Vehículos que tenían diferentes niveles de formación inicial, mediante el empleo de ADAMS/Car y una aproximación de aprendizaje basado en proyectos. En la referencia (Bravo, 2014) se presenta una herramienta basada en Matlab para la enseñanza de mecánica clásica y se destaca que se genera un ambiente favorable para el desarrollo de varias competencias transversales por la complejidad de la tarea.

Este trabajo presenta una recopilación de actividades propuestas y experiencias en el ámbito de la ingeniería mecánica para el desarrollo de competencias transversales. En este caso con el denominador común del empleo de herramientas numéricas para la simulación dinámica, en concreto, el uso de las aplicaciones de ADAMS/View y ADAMS/Car en varias asignaturas, así como en la elaboración de Trabajos de Fin de Título (Grado o Máster).

METODOLOGÍA

En la asignatura Dinámica de Sistema Multicuerpo de 4º curso del Grado en Ingeniería Mecánica (GIM) se utiliza el programa ADAMS/View en el desarrollo de las prácticas de la asignatura. Una de las partes del programa de prácticas consiste en la realización de un modelo y simulación de un mecanismo a elección del equipo formado por dos estudiantes. Esos modelos pueden estar centrados en mecanismos propiamente dichos o formar parte de otros sistemas y requerir la incorporación de otras aplicaciones del programa, como ADAMS/Machinery.

Del mismo modo, en los últimos años se ha consolidado en el DIMM de la UPV una línea de TFGs basados en la SDSM y en la utilización del programa ADAMS/View y, en su caso, su aplicación específica para automóviles, ADAMS/Car. Estos TFGs están dirigidos a estudiantes interesados en progresar en esta rama de la ingeniería mecánica y permiten, según el trabajo,

conectar con otras disciplinas, tanto de la Ingeniería Mecánica como de otras ingenierías, como la Eléctrica, la Hidráulica, Automovilística o la de Obras Públicas.

En ambos casos los estudiantes ponen en práctica y trabajan competencias transversales, como:

- Comprensión e Integración, al profundizar en el modelado de sistemas multicuerpo y combinarse con otras materias propias del GIM o, incluso, con de otras ramas de la ingeniería que no son la mecánica.
- Análisis y Resolución de Problemas, al afrontar el modelado de un sistema, muchas veces partiendo de cero, y requerir el diagnóstico de las dificultades que tiene un trabajo de esta clase y cómo superarlas.
- Aplicación y Pensamiento Práctico, al utilizar una herramienta como la SDSM cuyos programas permiten la creación de técnicas de trabajo que, junto a otros elementos propios ya incorporados, solucionan muchos pasos en el desarrollo del modelo y permiten llegar a resultados de manera rápida y efectiva.
- Diseño y Proyecto, de manera más evidente en la realización de Trabajos Final de Grado. La SDSM no es el entorno habitual de estos trabajos, pero el estudiante debe configurar y exponer su trabajo ajustándose a lo que es un proyecto de ingeniería.
- Aprendizaje Permanente, al profundizar en la SDSM y en otras áreas de la ingeniería, el estudiante debe aumentar sus conocimientos y habilidades, muchas veces de manera autónoma.
- Instrumental Específica, al utilizar una herramienta especializada como un programa de MSDM.

Todas estas competencias transversales establecidas en el proyecto institucional sobre actualmente vigente en la UPV. No se hace énfasis en competencias más instrumentales, como Planificación y Gestión del Tiempo o Comunicación Efectiva, ya que son inherentes al desarrollo de estas actividades de forma general y su trabajo y desarrollo no deben verse influidos por el hecho de utilizar la SDSM o no.

Se han dividido los tipos de trabajo en cuatro grandes grupos, según el sistema a modelar, ya que cada caso particular permite trabajar las competencias de manera diferente y con niveles distintos. Esto grupos son: simulación dinámica de sistemas mecánicos, de vehículos automóviles, de robots industriales y de maquinaria de obras públicas. En cada una de ellas se expondrán sus particularidades en el trabajo de competencias transversales, más allá de la forma general descrita anteriormente.

Simulación dinámica de sistemas mecánicos

El programa de simulación dinámica de sistemas multicuerpo ADAMS/View incorporó en su momento un conjunto de herramientas para la simulación y análisis de elementos de máquinas, llamado ADAMS/Machinery, en el cual se proporciona aplicaciones específicas para el modelado de trenes de engranajes ordinarios y epicicloidales, transmisiones por correas, por cadenas, por cables, cojinetes, motores eléctricos y levas. Esto permite realizar trabajos que combinen la SDSM con los conocimientos adquiridos en las asignaturas tecnológicas como Diseño de Máquinas o Tecnología de Máquinas, aumentar el realismo de las simulaciones y la precisión en los resultados obtenidos, ya que, además, se pueden comprobar los resultados obtenidos en la simulación con los de los métodos de cálculo de las asignaturas tecnológicas.

Por otro lado, las posibilidades de programación de las acciones (fuerzas y pares de fuerzas) permiten la simulación de sistemas como bombas hidráulicas y estudiar la influencia de estas acciones en la parte mecánica y resistente del sistema.



Fig. 1. Modelo de un grupo reductor de un ascensor, de transmisión de cadena en bicicleta y de bomba hidráulica de pistones con motor eléctrico.

Simulación dinámica de vehículos automóviles

ADAMS/Car se basa en plantillas que contienen la topología de diferentes partes de un vehículo automóvil (suspensiones, dirección, motor, chasis-carrocería...), subsistemas creados a partir de las plantillas específicos para cada vehículo concreto y ensamblajes de subsistemas en un conjunto que simula el vehículo completo. Es entonces cuando el modelo puede ser analizado en múltiples situaciones que describirán su comportamiento dinámico. Los estudiantes pueden encontrarse con topologías en sistemas concretos del vehículo a modelar que no se encuentran en las que vienen con el programa por defecto. Esto supone un esfuerzo adicional para el estudiante, ya que debe crear la plantilla y el subsistema correspondiente y lograr que funcione en la simulación del vehículo. Por su alcance, la realización de este tipo de trabajos por parte del estudiantado queda restringida a los Trabajos Fin de Grado.



Fig. 2. Modelo de un Jeep Willys y de un Volkswagen Golf MK1

Simulación dinámica de robots industriales

En las asignaturas de Teoría de Máquinas y Mecanismos se suele tratar el análisis, tanto cinemático como dinámico, de mecanismos, preferentemente planos y con 1 grado de libertad. En cursos superiores el estudiante puede introducirse en el estudio de los robots por diferentes vías, como a través de la ingeniería de control, electrónica o mecánica. En este último campo, la mecánica de robots permite su estudio como sistemas multicuerpo, con cadenas cinemáticas espaciales, abiertas o cerradas y con varios grados de libertad. Este estudio permite hacer desarrollos de planificación de trayectorias y movimientos, en donde la SDSM es especialmente importante.

Desde este punto de partida, se han realizado TFGs de modelado y simulación dinámica de robots industriales, en los cuales se combinan el modelado de un robot con ADAMS/View con la obtención de un modelo numérico con un programa de cálculo (Matlab, MathCad, Excel...) utilizando diferentes formulaciones de la Mecánica (Newton-Euler, Lagrange...). Con esto se consigue obtener dos modelos del mismo robot, de manera que se tiene una comprobación de resultados de los dos modelos.

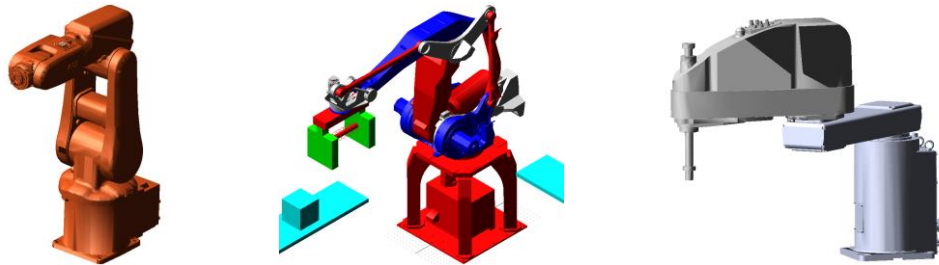


Fig. 3. Modelo de un robot ABB IRB 120, de un Fanuc M-410iB/700 y de un Scara Epson G20 851-S.

Simulación dinámica de maquinaria de obras públicas

Gran parte de las máquinas de obras públicas son, básicamente, cadenas cinemáticas abiertas de varios grados de libertad, pero que contienen muchas subcadenas cerradas y planas, lo que permite complementar el modelado con ADAMS/View con un modelado analítico de la máquina, con ecuaciones de lazo para la parte cinemática y ecuaciones de Newton para la dinámica. Esta parte es análoga a la descrita para los robots industriales y se realiza con un programa de cálculo numérico.

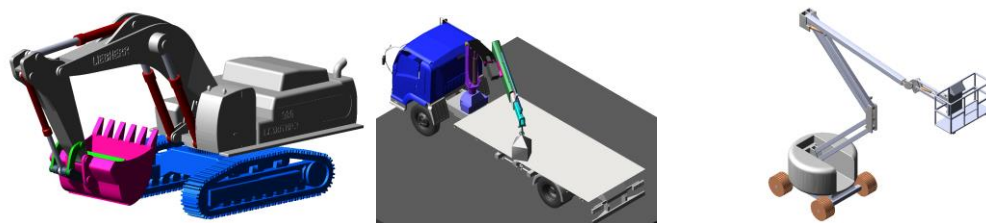


Fig. 4. Modelo de una retroexcavadora LIEBHERR R 980 SME, de una grúa hidráulica para camión y de una plataforma elevadora móvil Genie Z-51/30J-RT

RESULTADOS

Los resultados tienen carácter cuantitativo, ya que la valoración en los trabajos de las competencias transversales se hace para cada trabajo en concreto, de acuerdo a las rúbricas existentes. Aun así, se puede indicar las características del trabajo de estas competencias en la SDSM.

- **Comprensión e Integración:** combina conocimientos de SDSM con otros como Diseño de Máquinas, Ingeniería Hidráulica, Eléctrica, Dinámica Vehicular, estudio de los sistemas multicuerpo con los propios de los vehículos automóviles, Mecánica de Robots.
- **Análisis y Resolución de Problemas:** se crean, por ejemplo, plantillas originales en ADAMS/Car y modelos analíticos de robots industriales y máquinas de obras públicas.

- Aplicación y Pensamiento Práctico: se potencia en el dominio de técnicas propias de los módulos de elementos de máquinas y de automóviles y en la resolución de problemas de generación de trayectorias y movimientos en robots y maquinaria de obras públicas.
- Aprendizaje Permanente: el aprendizaje de módulos avanzados del programa, como ADAMS/Car o ADAMS/Machinery, y de programaciones avanzadas se hace de manera autónoma. En su caso, se incrementa el conocimiento de automóviles, robots y maquinaria de obras públicas
- Instrumental Específica, ya que se aumenta en el dominio de la herramienta de simulación dinámica general y, en su caso, de dinámica vehicular.

CONCLUSIONES

La Simulación Dinámica de Sistemas Multicuerpo es una técnica especializada dentro de la Ingeniería Mecánica, pero también es un entorno adecuado para el desarrollo de trabajos académicos y de fin de grado y para el desarrollo y mejora de competencias transversales.

La valoración de las competencias transversales en los trabajos académicos se hace con la rúbrica correspondiente por parte del profesorado de la asignatura. De acuerdo a lo que esté establecido en la guía docente, se puede tomar estos trabajos como punto de control en las competencias señaladas en esta ponencia.

En los Trabajos de Fin de Grado de la UPV se efectúa una valoración de todas las competencias transversales del programa institucional, tanto por parte del tutor como del tribunal evaluador. Los trabajos con SDSM, tal y como se ha mostrado en la ponencia, permiten hacer una evaluación adecuada de las competencias indicadas.

REFERENCIAS

- Aziz, E. S. (2011). Teaching and learning enhancement in undergraduate machine dynamics. *Computer Applications in Engineering Education*, 19(2), 244-255.
- Bravo, D. A., & Rengifo, C. F. (2014). Herramienta para la enseñanza de las ecuaciones de Lagrange basada en la simulación de sistemas dinámicos. *Revista mexicana de física E*, 60(2), 111-115.
- Caicedo, J. M. G. (2020). Los proyectos de diseño mecánico como herramienta para el desarrollo de competencias transversales en los ingenieros. *Revista Educación en Ingeniería*, 15(30), 60-73.
- Cano, E., Fabregat, J. y Oliver, F. J. (2018). *Competencias genéricas en la universidad*. Barcelona: LMI. (Colección Transmedia XXI)
- Cervera, M. G., Cela-Ranilla, J. M., & Barado, S. I. (2010). Las simulaciones en entornos TIC como herramienta para la formación en competencias transversales de los estudiantes universitarios. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(1), 352-370.
- Redkar, S. (2012). Teaching Advanced Vehicle Dynamics Using a Project Based Learning (PBL) Approach. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 13(3).
- Suñer Martínez, J. L., y Carballeira Morado, J. (2018). Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos. *Actas del XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*, 696-707. ISBN: 978-84-17445-02-7.

Synchronous and asynchronous tools in online teaching and assessment: Evaluation of impact on assessment results for subject Thermal Renewable Energies of the Degree in Energy Engineering at UPV during 2019-2021

David Alfonso-Solar^a, Carlos Vargas-Salgado^b, Dácil Díaz-Bello^c y Jesús Águila-León^d

^a Departamento de Termodinámica Aplicada, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, edificio 5J, 2ª planta. 46022 Valencia (España), daalso@iie.upv.es.

^b Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, edificio 5E, planta baja. 46022 Valencia (España), carvarsa@upvnet.upv.es.

^c Instituto de Ingeniería Energética, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, edificio 8E, acceso F, 2ª planta. 46022 Valencia (España), dadiabel@etsid.upv.es.

^d Departamento de Estudios del Agua y de la Energía, Universidad de Guadalajara (México), jesus.aguila@academicos.udg.mx.

Abstract

COVID-19 pandemic made necessary to change from face-to-face to online teaching and evaluation. In this paper, the impact on the assessment of online teaching using synchronous and asynchronous lectures and the comparison with the traditional course is analyzed. Regarding online exams, performed with PoliformaT platform, assessment results were significantly better than traditional face-to-face methods, even if examination times were reduced by about 30%.

Keywords: Online teaching, asynchronous teaching tool, synchronous teaching tool, face-to-face evaluation, online evaluation.

Resumen

La pandemia COVID-19 hizo necesario cambiar de enseñanza presencial a enseñanza en línea. En este trabajo se muestra el impacto en la evaluación de la aplicación de la enseñanza en línea mediante clases síncronas y asíncronas, y la comparación con el curso tradicional.

En cuanto a los exámenes en línea, realizados con la plataforma PoliformaT, los resultados de evaluación fueron significativamente mejores que los métodos presenciales aunque los tiempos de examen se redujeron en aproximadamente un 30%.

Palabras clave: Docencia en línea, herramienta de docencia síncrona, herramienta de docencia asíncrona, evaluación presencial, evaluación no presencial.

1. INTRODUCTION

COVID-19 situation in Spain in 2020 forced the implementation of online teaching and evaluation. Due to the prohibition of face-to-face meetings, educational institutions stopped their traditional classroom academic activities on March 15, 2020. However, at universities (and other educational centers) of the Valencian Community, it was decided to continue the university activity through online teaching. Specifically, in Universitat Politècnica de Valencia, there were already available tools and platforms that allowed a rapid transition. Regarding Sustainable Development Goals, online teaching is a powerful strategy to guarantee quality education (SDG 4) in different scenarios (emergency situations like COVID-19 or Ukraine war, or countries with limited educational resources).

Synchronous and asynchronous teaching tools are known and already widely used due to COVID-19 pandemic. Synchronous tools are virtual tools for direct interaction (in real-time) between professors and students. Asynchronous teaching tools allow teaching material to be available for students and can be consulted at any time. This material can be videos, books, presentations, etc.

In this paper, the assessment results of the online methodology applied to a traditional face-to-face course are shown. The selected subject is Thermal Renewable Energies of the Energy engineering Degree at the Universitat Politècnica de València.

2. METHODOLOGY

In this section, the methodologies for synchronous and asynchronous lecture are briefly described. The methods for synchronous classes are shown in figure 1, and asynchronous courses are included in Figure 2.

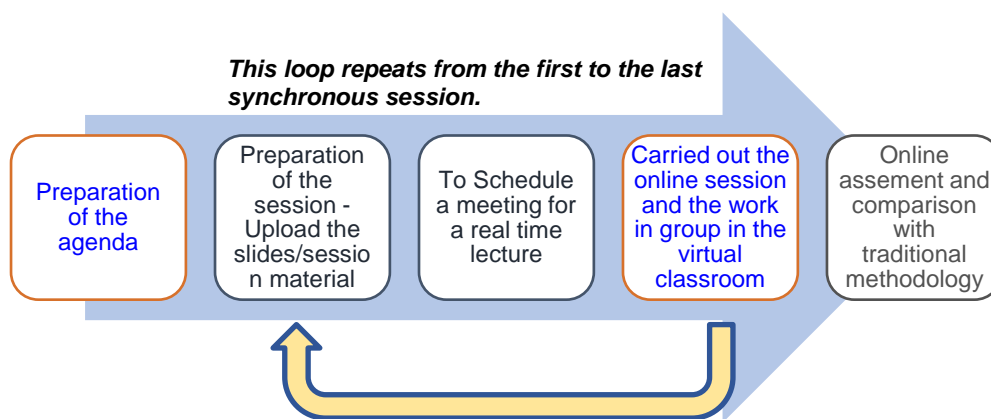


Fig. 1 Methodology for the synchronous lectures
Source: Argente, 2016; ASIC – UPV, 2020; Peña, 2019; Vargas-Salgado, 2021

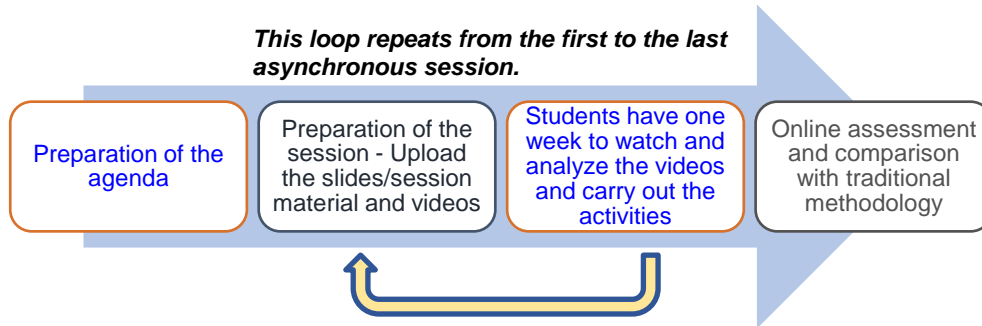


Fig. 2 Methodology for the asynchronous lectures.

Source: Argente, 2016; ASIC – UPV, 2020; Peña, 2019; Vargas-Salgado, 2021

3. ASSESSMENT

In the traditional face-to-face evaluation (applicable in 2019 and 2021), the exam consists of three parts: 1 multiple-choice-test (10 questions), two practical problems, and a question to develop by the student. The exam is carried out through the traditional method in paper and at the classroom. For the online (non-face-to-face) assessment the exam is performed by employing the Exam tool, available in PoliformaT. The test and the problems were previously designed. In the case of the practical problems, the students had to send the numerical results, and additionally, they must upload a picture of the problem solution (Table 1). The total examination time was reduced by a 30%.

Table 1: comparison between the online and conventional evaluation.

Exam	Traditional (2019)	Online (2020)	Traditional (2021)	Time reduction (online respect to traditional)
Multiple choice test	10 questions, 15 minutes	10 questions, 7 minutes	10 questions, 15 minutes	53%
Practical problem 1	40 min	25 min	40 min	37.5%
Practical problem 2	35 min	25 min	35 min	31.5%
Practical problem 3	-	20 min	20 min	0%
Questions	1 question (20 min)	-	-	
Total	110 min	77 min	110	30%

In summary, it can be observed that a bigger time reduction was made for the multiple-choice test (53% time reduction), where the total time for ten questions was 7 minutes, so 42 seconds per question. In this test, it must be noted that the order of appearance of the questions is different (random) for every student. Regarding the practical problem, time was reduced by about 31-38% for two out of three, and there was no time reduction in the third one.

The following pictures include an example of the test in figure 3 and part of a problem in figure 4.

Para determinar la eficiencia del proceso de combustión mediante un analizador de gases comercial, el equipo principalmente debe medir

- A. H₂O y CO₂
- B. CO₂, O₂ y CO
- C. NO_x, SO₂, H₂O y CO₂

Fig. 3. Test question example.

Formulario disponible en el PDF adjunto (mismo PDF del problema 1)

Calcular:

- a. Flujo de biomasa seca $\dot{M}_S =$ kg/h.
- b. Flujo de aire que debería introducirse en el reactor. $\dot{Q}_{AIR} =$ m³/h
- c. Flujo de energía contenido en la biomasa de entrada en kJ/h y kWh/h. $\dot{E}_{BIO} =$ kJ/h
- d. Poder calorífico inferior (PCI) del gas producido. $PCI_{SYNGAS} =$ kJ/m³
- e. Flujo de energía contenida en el gas en kJ/h y kWh/h. $\dot{E}_{SYNGAS} =$ kJ/h;
- f. Eficiencia de la conversión de la biomasa en gas. $\eta_{CONV} =$ %
- g. Eficiencia eléctrica del motor de combustión interna $\eta_{MCI} =$ %
- h. Eficiencia eléctrica total de la planta de gasificación $\eta_{ELECT} =$ %

Utilizar dos decimales, introducir decimales con punto (NO utilizar coma)

Fig. 4. Practical problem example.

4. USED TEACHING TOOLS

The tools used are open-source software, UPV developing tools or UPV has the license.

4.1. Synchronous teaching tool: MS Teams

The synchronous tool used in this method is MS Teams which allows virtual meetings, chats, file sharing, and screen sharing. The UPV has the license for the whole university community. MS Teams is used for synchronous virtual online teaching; however it can also be used for asynchronous teaching and tutoring as it allows recording; therefore, the students can watch the videos later to review the lectures (Chiñas-Palacios, 2019; Vargas-Salgado, 2021).

4.2. Asynchronous teaching tools

Asynchronous teaching tools allow flexible access to lecture contents for students (they can access at any time). These contents can include videos, books, slides, etc. The used tools are UPV's asynchronous tools and external open-source or licensed tools. The asynchronous tools used in this methodology are described in previous publications (Vargas-Salgado, 2021)

The UPV asynchronous platform is PoliformaT; it is used to share documents, send messages to students, take tests, etc. Also integrated into PoliformaT, the Lessons tool is used to create, access and organize contents in a more friendly and intuitive way (Gómez-Tejedor, 2019).

To disseminate videos, there are two options: UPV media and Microsoft Stream. Media UPV is the UPV platform to share videos by sharing links with students. Additionally, video links can be embedded in the Lessons tool so students can access them easily.

5. RESULTS

5.1. Traditional and online sessions – comparison of assessment results

Table 2 compares the 2019 and 2021 conventional assessment results with the 2020 online evaluation method. As a result, the average mark increased from 5.6-5.9 (traditional evaluation) to 7.3 (online evaluation).

Figure 3 shows (from highest to lowest), the marks of all the students of the traditional courses and the online course. It can be noticed that in the online evaluation, the marks are higher.

Table 2. Average, maximum, and minimum marks. Traditional evaluation method vs. Online method

Mark	2019	2020(*)	2021
Average	5.9	7.3	5.6
Maximum	9.9	9.8	9.7
Minimum	1.5	2.7	1.6
Not presented	7.3%	9.4%	13.2%

(*) Online method

Partial results of the exam (separately multiple choice test and practical exercise) is also included in the following table:

Table 3. Partial results of the exam

Exam part	2019	2020(*)	2021
Multiple choice, average mark	6.7	6.5	6.6
Practical exercise, average mark	5.7	7.7	4.9

(*) Online method

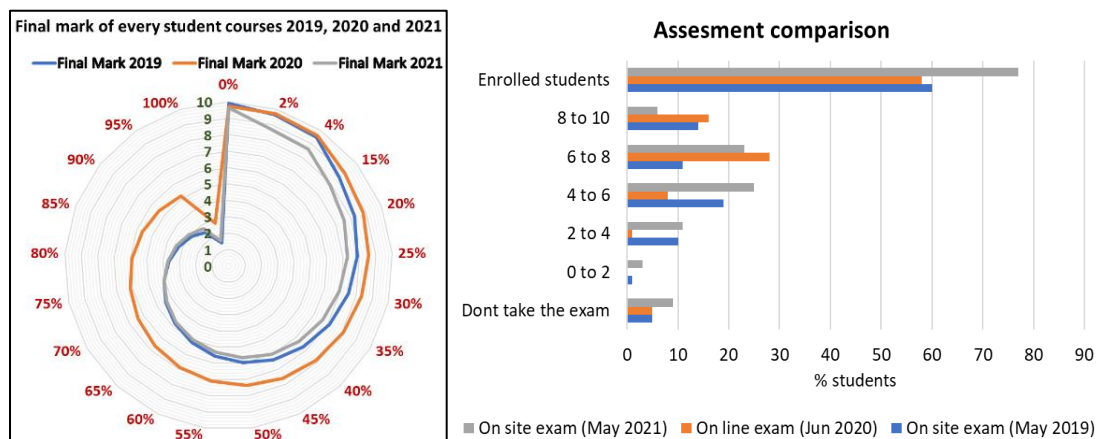


Fig. 3. Comparison of the assesment results.

It can be observed that multiple-choice results are very similar independently of online or traditional methods. However, probably due to longer time availability (compared to the test) and the impossibility of controlling the student's access to the subject teaching material in the

practical exercise, an increment of about 35-40% on the average mark in this part of the exam was obtained.

6. CONCLUSIONS

Due to COVID-19, more intensive use of online teaching was necessary. There was no single tool that integrates every necessity into one, so multiple applications were used. If any of these applications have never been used, it can take time and effort to choose them and learn how to use them. This document presents the experience of using various tools that allow synchronous and asynchronous teaching, saving time in selecting these tools. Due to the state of alarm caused by the COVID-19 pandemic, these tools have been applied to Thermal Renewable Energy Course. It can be concluded, not only by the results of this work but according to the experience of the UPV, that it is possible to carry out online teaching, but further improvements could be made for assessment purposes.

The results of the evaluation of the 2019 and 2021 courses have been compared with the results of the 2020 course (online method). Although the examination time was reduced to partially avoid reading the class material and the difficulty of the exam was similar, the average mark increased from 4.9-5.9 to 7.3. It was impossible to control if the student was reading the course material. The higher average mark is probably related to the possibility of consulting course teaching material. Looking at the different parts of the exam, it can be concluded that the results were similar in the three years for the part of a multiple-choice test. Still, for the practical exercise, which typically requires more time, the assessment results were 35-40% higher for the online examination performed in 2020.

In future works, further improvements should be studied to guarantee equality for all the students and control the access to subject teaching materials or additional strategies to indirectly avoid this, for example, more aggressive time reduction or cam observation.

REFERENCES

- Argente, E., Garcia-Fornes, A., Espinosa, A. (2016). Aplicando la metodología Flipped-Teaching en el Grado de Ingeniería Informática: una experiencia práctica. XXII JENUI. Almería.
- ASIC – UPV (2020). Guía de utilización de la Plantilla para la inserción de Unidades Didácticas para Microsoft Word 2010, 2013, 2015 y O365. <http://www.upv.es/entidades/ASIC/catalogo/U0838895.pdf>
- Chiñas-Palacios, C., Vargas-Salgado, C., Águila-Leon, J., Garcia E. (2019). Zoom y Moodle: acortando distancias entre universidades. Una experiencia entre la Universidad de Guadalajara, México y la Universidad Libre de Colombia. IN-RED 2019.
- Gómez-Tejedor, J., Molina Mateo, J., Serrano, M.A., Meseguer Dueñas, J., Vidaurre, A., Riera, J. (2019). Utilización de Lessons como herramienta de apoyo a la docencia inversa en la asignatura de Biofísica. IN-RED 2019.
- Peña, B., Zabalza, I., Llera, E., Usón, S. (2019). El modelo de aula inversa en el área de Máquinas y Motores Térmicos: análisis y comparación de experiencias. IN-RED 2019.
- Vargas-Salgado, CA.; Bastida Molina, P.; Alcázar Ortega, M.; Montuori, L. (2021). Experience with synchronous and asynchronous tools in online teaching: Application to Thermal Renewable Energies of the Degree in Energy Engineering at UPV due to the pandemic produced by COVID-19. En Proceedings INNODOCT/20. International Conference on Innovation, Documentation and Education. Editorial Universitat Politècnica de València. 175-184. <https://doi.org/10.4995/INN2020.2020.11879>

Una experiencia en Industria 4.0 en los grados del ámbito de la Ingeniería Industrial y la Ingeniería Civil de la ETSI de Algeciras

M. Inmaculada Rodríguez-García^a, Javier González-Enrique^c, Juan Jesús Ruiz Aguilar^d e Ignacio J. Turias Domínguez^e

^ainma.rodriguezgarcia@uca.es, ^cjavier.gonzalezzenrique@uca.es, ^djuanjesus.ruiz@uca.es

^eignacio.turias@uca.es.

^{a, b, c, e} Departamento de Ingeniería Informática, ^d Departamento de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil. Grupo de Modelado Inteligente de Sistemas de la Universidad de Cádiz.

Abstract

This work shows some of the results obtained in a teaching innovation project developed in the ETSI of Algeciras. The aim was mainly to increase the motivation and interest of students in the use of programming as a tool for solving problems within the framework of Industry 4.0 while proving that programming is a fundamental tool for solving a wide range of problems. The classroom turns more dynamic, making students the true protagonists of their learning and also innovation in the real world.

Keywords: teaching innovation, programming, industry 4.0, matlab.

Resumen

Se muestran algunos de los resultados obtenidos en un proyecto de innovación docente desarrollado en la ETSI de Algeciras. El objetivo fue fundamentalmente intentar aumentar la motivación e interés de los estudiantes acerca del uso de la programación como herramienta de solución de problemas dentro del marco de la Industria 4.0, siendo la docencia más dinámica y los estudiantes los verdaderos protagonistas del aprendizaje y de la innovación en el mundo real.

Palabras clave: innovación docente, programación, industria 4.0, matlab.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La idea se desarrolló en la asignatura Fundamentos de Informática de primer curso de todos los Grados del ámbito de la Ingeniería Industrial. Los problemas se han resuelto por equipos coordinados por los profesores e investigadores participantes en este proyecto. Las soluciones se han implementado y probado en MATLAB, generándose un informe de cada solución de forma automática desde MATLAB junto con explicaciones específicas.

En el desarrollo de este proyecto de innovación los estudiantes han obtenido destrezas como pensamiento crítico, creatividad, trabajo autónomo, e integra conocimientos adquiridos en

las diferentes materias puesto que para programar soluciones innovadoras es necesario el conocimiento profundo de lo que se va a implementar. En el proyecto además se finalizó con unas presentaciones en clase para las que las habilidades comunicativas y otras competencias adquiridas durante la realización de los estudios fueron clave.

El proyecto está centrado en resolver problemas dentro del marco de la Industria 4.0 (Blanchet, 2014) cuya característica diferenciadora son las capacidades autónomas y, por tanto, inteligentes de las máquinas (Turing, 1950), usando diferentes tecnologías que se han denominado facilitadoras o habilitadoras.

De esta forma, se ha conseguido que el alumnado sea capaz de ver que la innovación industrial se encuentra muy ligada a la programación y a la utilización masiva de las TICs en lo que se viene denominando Industria 4.0 y que constituye de facto la revolución que tenemos en ciernes. De este modo, se ha conseguido igualmente dinamizar el aula, convirtiendo al alumnado en verdaderos protagonistas de su aprendizaje, a la vez que probar que la programación es una herramienta fundamental para la solución de muy diversos problemas del ámbito industrial.

Las competencias digitales y en especial la computación inteligente y, por tanto, el desarrollo de la industria 4.0, puede ser de mucha utilidad para resolver problemas en diferentes campos y proporcionar nuevas soluciones. El concepto de Industria 4.0 procede de la denominada Revolución Industrial Digital, o Cuarta Revolución Industrial centrada en las capacidades autónomas de las máquinas. La capacidad autónoma es sinónimo de inteligencia, por tanto, se puede hablar de capacidades inteligentes de las máquinas capaces de interactuar entre sí y de adaptarse a nuevos escenarios. Para ello se ha establecido que existen una serie de diferentes tecnologías facilitadoras o posibilitadoras como son: Internet de las Cosas (IoT, *Internet of Things*), analítica de datos (*data analytics*), inteligencia artificial (AI, *Artificial Intelligence*), *Machine Learning*, robótica avanzada, visión artificial, procesamiento del lenguaje natural, procesamiento de señales, simulación, etc. con el objetivo de aumentar la productividad, eficiencia y flexibilidad de las máquinas (Brettel, 2014; Greengard, 2015; Posada, 2015). Se trata de reducir costes, no solo con el objetivo de ahorrar, sino de ofrecer soluciones inteligentes que reduzcan la demanda de recursos y de energía (Vijaykumar, 2015; Wang, 2016), (ODS1 7 y 8).

Las aplicaciones en las que se están aplicando conceptos relativos a esta cuarta revolución industrial van más allá de la propia industria, desplegándose sobre campos como los Puertos (*Smart Ports*), las ciudades (*Smart Cities*), la sanidad (*Smart Health*), el transporte (*Smart Transportation*), y un largo etcétera (Neirotti, 2014), (ODS 3, 11 y 13).

Se plantea en este proyecto un acercamiento a problemas donde las distintas tecnologías facilitadoras pueden ser usadas con éxito y con ayuda de la programación y, por tanto, en este caso con los conocimientos adquiridos en la asignatura Fundamentos de Informática de primer curso de los títulos de grado del ámbito de la Ingeniería Industrial.

El objetivo general de esta experiencia innovadora es incrementar la motivación y el interés de los estudiantes por la programación en Ingenierías no Informáticas como la Industrial y la Civil. Igualmente motivar a los estudiantes en la innovación y en el uso de tecnologías

¹ ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

facilitadoras de la industria 4.0 capacitando al alumnado de Ingeniería Civil o Industrial para que su perfil sea altamente cualificado pudiendo desenvolverse en la informática y las comunicaciones, afrontando nuevos retos que puedan resolver de forma rápida y eficiente, resultando una Educación de Calidad (objetivo 4 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)). La programación puede aplicarse a numerosos ODS: aplicaciones en medicina y salud (ODS 3), optimización de energía (ODS 7), crecimiento económico (ODS 8), monitorización de infraestructuras (ODS 9), mejorar las ciudades (ODS 11), cambio climático (ODS 13) o conservar los océanos (ODS 14).

METODOLOGÍA

En la asignatura Fundamentos de Informática de primer curso de todos los grados del ámbito de la Ingeniería Industrial, en la ETSI Algeciras de la Universidad de Cádiz. En esta asignatura, se desarrollan contenidos de programación en MATLAB. La idea consistió en encontrar casos a resolver que tuvieran relación con algunas de las tecnologías facilitadoras de la Industria 4.0. Los conceptos de industria 4.0 y manufactura inteligente, son relativamente nuevos y contemplan la introducción de las tecnologías digitales en la industria.

Para resolver cada caso práctico se realizaron equipos multidisciplinares en los que participaron profesores del Departamento de Ingeniería Informática, profesores de otras áreas de conocimiento, alumnado del programa de doctorado de Ingeniería Energética y Sostenible, alumnado colaborador de la asignatura y alumnado matriculado en la misma. El cronograma seguido se muestra en la Tabla 1.

De esta forma, se completó un conjunto de casos prácticos con los que conformar un curso OCW² que se encontrará disponible en el repositorio UCA, Curso Programación e Industria 4.0 (<http://ocw.uca.es>).

Tabla 1. Cronograma de tareas del proyecto.

Actividades/Tareas	Primer Semestre	Segundo Semestre
T.1. Kick-off. Presentación en clase.	█	
T.2. Formación de Equipos.	█	
T.3. Formulación de casos prácticos.	█	
T.4. Desarrollo de la solución de cada caso práctico.	█	
T.5. Elaboración de reports de cada caso práctico.		█
T.6. Preparación informe final. Reunión final, workshop, almacenamiento repositorio		█

² Open Course Ware

RESULTADOS

Como resultado de este proyecto de innovación docente se buscó potenciar todo tipo de competencias en el alumnado, pero sobre todo el interés por la programación y la innovación.

Se muestra aquí el resultado de uno de los grupos de trabajo, en el área de la Robótica móvil. Si hay un sector donde la innovación es clave dentro de la ingeniería puede ser la robótica, que ha sido, es y será clave en el desarrollo industrial. Hace tiempo que los robots tienen una presencia destacada en industrias y se está incrementando a pasos agigantados en la logística y el transporte. Su relevancia irá a más cuando su uso se combine con soluciones de IoT, Inteligencia Artificial o Realidad Aumentada. Estos robots incorporan nuevas capacidades con un incremento de sensores y de inteligencia para trabajar sin un supervisor humano y son capaces de trabajar autónomamente y de forma coordinada para automatizar un buen número de tareas logísticas y de producción.

Como resultados podemos destacar todo el conjunto de competencias que se han visto reforzadas, tanto competencias técnicas como los conocimientos básicos y específicos de programación, así como ciertas competencias transversales que se han impulsado como la creatividad y el diseño. Como cada grupo presentó sus resultados también se han desarrollado la comunicación oral y escrita. Podríamos dar una lista de las competencias mejoradas con este proyecto: capacidad de análisis y síntesis, capacidad de organización y planificación, comunicación oral y escrita, conocimientos de programación, gestión de datos e información, resolución de problemas, gestión del tiempo, toma de decisiones, trabajo en un entorno formal, habilidades en las relaciones interpersonales, razonamiento crítico, aprendizaje autónomo, creatividad, motivación e iniciativa, entre otras.

En esta experiencia, el estudiante tuvo que pasar por una fase previa de aprendizaje de nuevas técnicas. Esta fase es compleja puesto que el estudiante puede sentir que no está desempeñando exactamente aquello que se le va a evaluar en la asignatura. En esta fase, hubo una cierta cantidad de estudiantes que pudieron sentirse desmotivados por la complejidad inicial de los problemas. Es una fase clave, donde debe existir un acompañamiento más continuo por parte de su tutor.

Es necesario apuntar dos de las principales dificultades encontradas: i) la dificultad intrínseca de la disciplina para los estudiantes, ii) el poco tiempo libre disponible por el alumnado de primer curso de una Ingeniería que dificulta mucho su participación en proyectos como este.

En cualquier caso, se ha conseguido dinamizar el aula, convirtiendo al alumnado en verdaderos protagonistas de su aprendizaje, a la vez que probar que la programación es una herramienta fundamental para la solución de muy diversos problemas del ámbito técnico y científico. El alumnado desarrolla multitud de habilidades favoreciendo un más perfil flexible y versátil al tradicional.

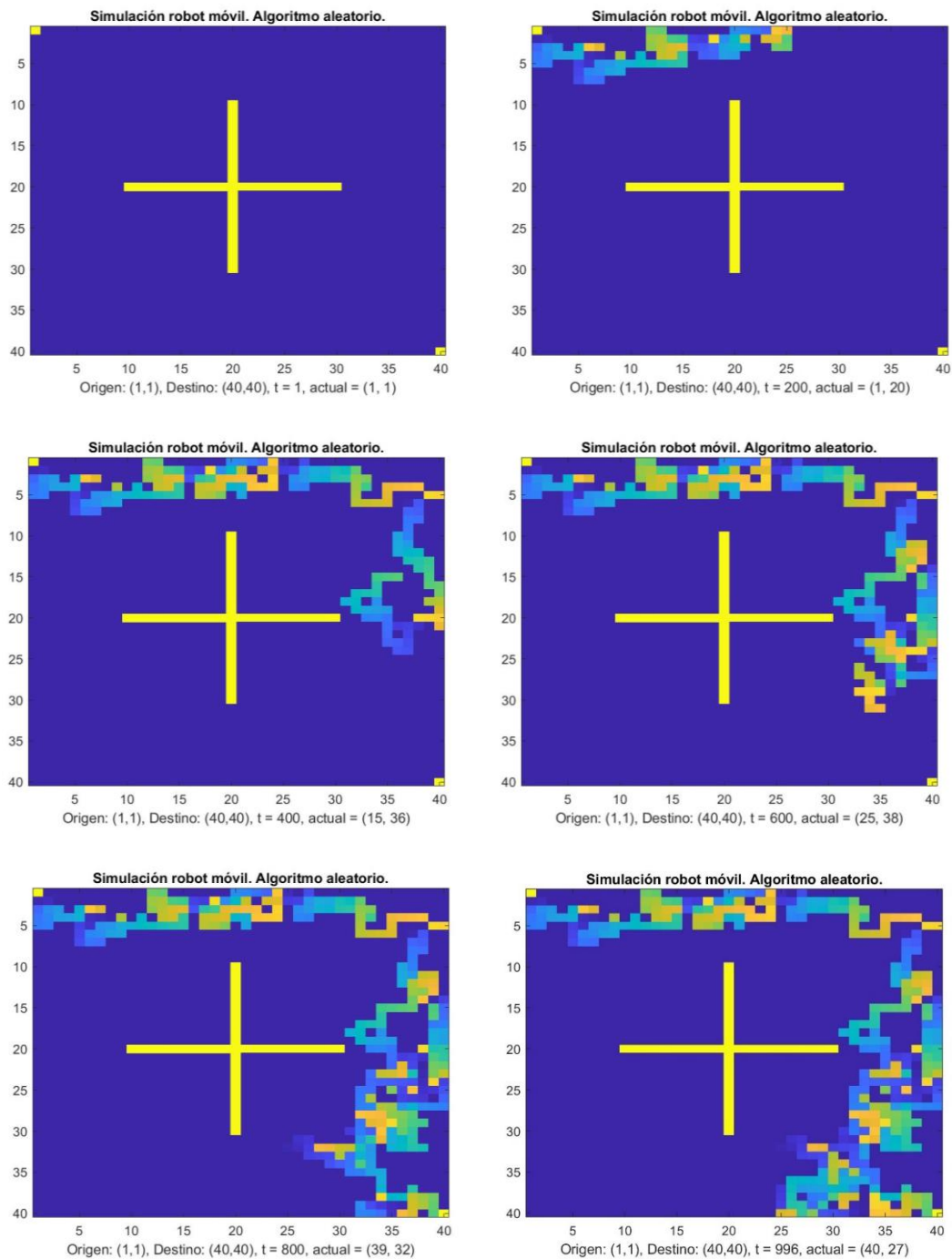


Figura 2. Caso Práctico Simulación y Robótica Autónoma: Robot Móvil.

Trayectoria de un robot móvil con algoritmo aleatorio de un paso en alguna de las 4 direcciones principales para llegar desde un punto origen (1,1) a un destino (40,40) en un entorno con obstáculos. En este caso, inicialmente el espacio de trabajo del robot contiene dos paredes en cruz (obstáculos en amarillo) y después de 1000 unidades de tiempo el robot consigue llegar al destino (fijado inicialmente en el punto (40,40)). La trayectoria del robot se dibuja en distintos colores. El robot se implementa sin memoria y puede pasar por puntos que ya haya pasado.

CONCLUSIONES

Se desarrollaron dentro de este proyecto de innovación docente una serie de casos prácticos motivadores. Se utilizó MATLAB por su abundancia de funciones de alto nivel. Se formaron equipos de trabajo compuestos por profesores del departamento de Ingeniería Informática, de otros departamentos de Ingeniería, alumnado colaborador y alumnado de la asignatura Fundamentos de Informática de primer curso de los títulos de grado del ámbito de la Ingeniería Industrial. Se buscaron casos que fueran visualmente atractivos con objeto de fomentar el interés del alumnado por la programación. Los casos se han compilado en un curso OCW disponible en <http://ocw.uca.es>. De esta forma, se ha conseguido que el alumnado sea capaz de ver que la innovación industrial se encuentra muy ligada a la programación y que la programación es una gran herramienta para la innovación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de innovación docente forma parte del Proyecto de Innovación “Programación e Industria 4.0”, código sol-201800112670-tra de la convocatoria de la UCA del curso académico 2019-2020.

REFERENCIAS

- Blanchet, M., Rinn, T., Von Thaden, G y De Thieulloy, G. (2014). Industry 4.0 - The new industrial revolution How Europe will succeed. *Roland Berger Strategy Consultants*.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. y Rosenberg, M. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering*, 8(1), pp. 37–44.
- Greengard, S. (2015). *The Internet of Things*. Boston, MA: MIT Press.
- Neirotti P., De Marco, A., Cagliano A., Mangano, G. y Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City initiatives: some stylised facts. *Cities*, 38, 25-36.
- Posada J., Toro, C., Barandiaran, I., Oyarzun, D., Stricker, D. de Amicis, R, y Vallarino, I. (2015). Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet. *IEEE Comput. Graphics Appl.*, 35 (2), 26-40.
- Turing, A. (1950). *Computing Machinery and Intelligence*, *Mind* (59): 433-460.
- Vijaykumar, S., Saravanakumar, S. y Balamurugan, M. (2015). Unique sense: smart computing prototype for industry 4.0 revolution with IOT and bigdata implementation model. *Indian Journal of Science and Technology*, 8 (35), 1-4
- Wang, S., Wan, J., Li, D., and Zhang, C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2016, 681-706.

Nuevo enfoque para el TFG basado en competencias digitales: una experiencia en Ingeniería Civil

M. Inmaculada Rodríguez-García^a, Arantxa M. Ortega León^b, Nawel Kouadria^f, Javier González-Enrique^c,
Juan Jesús Ruiz Aguilar^d e Ignacio J. Turias Domínguez^e

^ainma.rodriguezgarcia@uca.es ^barantxa.ortega@uca.es ^cjavier.gonzalezhenrique@uca.es
^djuanjesus.ruiz@uca.es ^eignacio.turias@uca.es ^fnawel.kouadria@univ-usto.dz.

^{a, b, c, e} Departamento de Ingeniería Informática, ^d Departamento de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil. Grupo de Modelado Inteligente de Sistemas de la Universidad de Cádiz, ^f Département le Vivant et l'Environnement, Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf, El M'naouar, Algérie.

Abstract

The aim of this innovation is to achieve a more practical learning, useful in many current fields, since digitalisation is everywhere. A real experience is proposed in this congress, where the typical construction project is replaced by a research work, where *machine learning* techniques are applied in a Final Degree Project in Civil Engineering at the University of Cádiz. These techniques help to optimise, improve and make decisions, in a new perspective for the profession.

Keywords: final degree project, teaching innovation, programming, Matlab.

Resumen

El objetivo de esta innovación es conseguir un aprendizaje más práctico, útil en muchos campos actuales, ya que la digitalización se encuentra en todas partes. Se muestra una experiencia real donde se cambió el clásico proyecto de construcción por un trabajo de investigación, usando técnicas de *Machine Learning* en la realización de un TFG en Ingeniería Civil en la Universidad de Cádiz. Estas técnicas ayudan a optimizar, mejorar y poder tomar decisiones, en una nueva perspectiva para la profesión.

Palabras clave: trabajo fin de grado, innovación docente, programación, Matlab.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el Trabajo Fin de Grado (TFG) además de un título universitario, se obtienen destrezas como pensamiento crítico, creatividad, trabajo autónomo, e integra todos los conocimientos adquiridos en las diferentes materias junto con habilidades comunicativas y competencias adquiridas durante la realización de sus estudios (Sierra, 1996). Además, madurez resolutoria al tener que exponer y defender ante un tribunal.

Las competencias digitales y en especial la computación inteligente, y por tanto, el desarrollo de la industria 4.0, puede ser de mucha utilidad para resolver problemas en diferentes campos y proporcionar nuevas soluciones. Uno de estos campos es la contaminación atmosférica tal como relatan trabajos como (Moscoso-López, 2021; González-Enrique, 2021; Rodríguez-García, 2021) donde toman la Bahía de Algeciras como escenario de estudio por su complejidad, ya que convergen numerosas fuentes de contaminación como es, principalmente, el Puerto de Algeciras, el gran tráfico rodado de camiones, Aeropuerto de Gibraltar y sin olvidar el gran polo químico existente.

Para ello son necesarias técnicas que permitan el análisis de grandes cantidades de datos de forma automática, por lo que acudimos a *Machine Learning* (Rumelhart, 1986), que usa redes neuronales artificiales (*Artificial Neural Networks*, ANNs) que, por otro lado, se demuestra que son máquinas de aproximación universales. Se pueden analizar y tratar multitud de datos meteorológicos y de contaminantes simultáneamente. Lo principal es conseguir las bases de datos, que generalmente suelen pertenecer a empresas o entidades públicas, por ello en muchas ocasiones se consiguen proyectos de colaboración con estas empresas, lo que abre a su vez un abanico de posibilidades laborales interesantes.

El cómo puede llegar a afectar el cambio climático a la profesión de los ingenieros civiles se recoge en (Younger, 2022) y además se pretende aportar nuevas ideas que puedan crear ciudades y comunidades sostenibles. La implementación se ha llevado a cabo en *Matlab*, un lenguaje de programación de alto rendimiento para cálculos técnicos. Se han usado técnicas de interpolación espacial que permiten predecir, estimar, generar mapas de contaminación atmosférica y sensores virtuales. Por tanto, las competencias digitales se han adquirido extensamente a lo largo del desarrollo del proyecto. Además, se trabajan otras habilidades transversales fomentando la comunicación oral y escrita, el aprendizaje autónomo, el razonamiento crítico, la capacidad resolutoria, la planificación e incluso el aprendizaje de idiomas a través de los lenguajes de programación.

Además, como transversalidad, en la programación y en los proyectos de investigación se aprenden lenguajes, no sólo el lenguaje algorítmico, sino también por las consultas a bibliografía y referencias, el inglés, por lo que es un modo de mantener el interés del alumnado hacia estas destrezas. Como ya sabemos el inglés es fundamental para desarrollar plenamente las totales competencias de un trabajo profesional.

El objetivo general de esta experiencia innovadora es desarrollar un TFG en investigación (Arias-Odón, 2006) frente a los TFG de corte clásico capacitando al alumnado de Ingeniería Civil para que su perfil sea altamente cualificado pudiendo desenvolverse en la informática y las comunicaciones, afrontando nuevos retos que puedan resolver de forma rápida y eficiente, resultando una Educación de Calidad (objetivo 4 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)). En particular, los objetivos específicos del TFG son: analizar la calidad del aire en la Bahía de Algeciras trabajando así los ODS 3, 11 y 13¹ y generar mapas para modelos de predicción de contaminantes atmosféricos.

¹ Objetivo de Desarrollo Sostenible 3: Salud y bienestar

Objetivo de Desarrollo Sostenible 11: Ciudades Eficientes y sostenibles

Objetivo de Desarrollo Sostenible 13: Cambio climático y acción por el clima

METODOLOGÍA

En esta experiencia, el estudiante debe pasar por una fase previa de aprendizaje de nuevas técnicas. Esta fase es compleja puesto que el estudiante puede sentir que no está desempeñando aquello que se le ha enseñado en sus asignaturas del título y puede sentirse desmotivado, por tanto, debe existir un acompañamiento más continuo por parte de su tutor. Se plantea que el TFG/TFM se desarrolle en un semestre, pero en las primeras semanas el contacto con el tutor debe ser diario. Es preferible que el estudiante realice su trabajo en un grupo de investigación para que tenga otras perspectivas y/o referencias. De hecho, gracias al impulso individual de algunos profesores con experiencias como éstas se ha iniciado en la universidad de Cádiz un programa especial de iniciación a la investigación dentro del Plan Propio de estímulo y apoyo a la Investigación y Transferencia, llamado INICIA-INV: Iniciación a la investigación.

En esta experiencia concreta, la zona de estudio es la Bahía de Algeciras, donde se disponen de 15 sensores de monitorización repartidos por las diferentes ciudades (Fig. 1). La zona queda definida por el Sistema Geodésico de Referencia de la Península y las proyecciones UTM² en el huso 30.

Las fases de este proyecto de investigación han sido:

- Recogida de la base de datos.
- Pretratamiento e imputación de estos datos.
- Interpolación espacial en QGIS³ empleando interpolación simple mediante triangulación.
- Desarrollo de modelos de predicción.
- Validación de los métodos.

Ha sido necesario el uso del programa de sistemas de información geográfica QGIS para realizar la interpolación espacial por triangulación (Fig. 2) y poder crear las matrices de interpolación (Fig. 3). Este programa nos ha ayudado a elaborar la información previa necesaria para poder generar los mapas. Por ejemplo, para crear una capa con las elevaciones del terreno o una capa con los usos del suelo.

En Matlab se han implementado diversos modelos de interpolación espacial que permiten generar distribuciones espaciales de un contaminante atmosférico en cada (x,y,z) para un instante t , dadas 15 estaciones de monitorización. El método usado ha sido el de Distancia Inversa Ponderada. Al igual que NO₂ podría utilizarse cualquier otro contaminante.

² Sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator)

³ Programa utilizado para realizar la interpolación y conseguir datos sintéticos donde no hay sensores



Fig. 1. La Bahía de Algeciras y estaciones de monitorización.

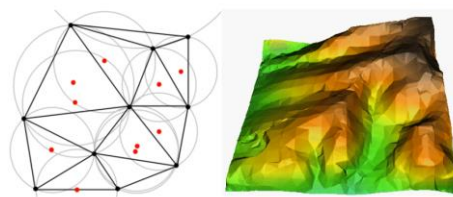


Fig. 2. Interpolación espacial por triangulación. Fuente: Mitas et al, 1997.

1,1	1,2	1,3	...	1,m
2,1	2,2	2,3	...	2,m
3,1	3,2	3,3	...	3,m
...
n,1	n,2	n,3	...	n,m

Fig. 3. Matriz de interpolación espacial.

RESULTADOS

Una vez finalizado el TFG el alumnado ha adquirido las competencias necesarias para desarrollar plenamente su profesión y disponer de las habilidades digitales suficientes para adaptarse a la demanda laboral actual.

Entre las diferentes competencias inherentes al proyecto de investigación y la programación encontramos: capacidad de análisis y síntesis, capacidad de organización y planificación, comunicación oral y escrita, conocimientos de programación, conocimientos relativos al ámbito de estudio, gestión de datos e información, resolución de problemas, gestión del tiempo, toma de decisiones, trabajo en un entorno formal, habilidades en las relaciones interpersonales, razonamiento crítico, aprendizaje autónomo, creatividad, motivación, iniciativa y sensibilidad medioambiental. A todo ello se suma que el uso de inglés al programar y redactar artículos de investigación aportará soltura y lenguaje técnico. Destacamos en cuanto a competencias técnicas los conocimientos básicos y específicos de programación, el uso del programa QGIS, la búsqueda y el tratamiento de datos y, por último, el desarrollo de aplicaciones relacionadas con la titulación. Competencias profesionales actualmente muy demandadas.

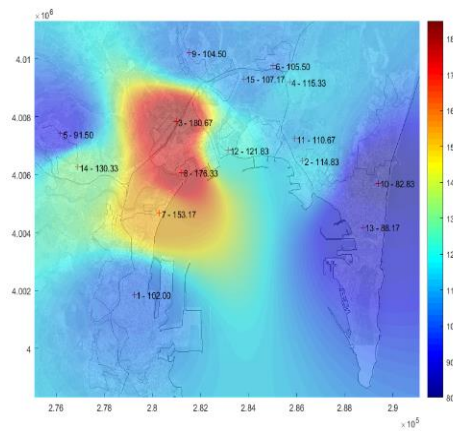


Fig. 4. Mapa de predicción de NO_2 , resultado del TFG realizado.

Algunos de los resultados obtenidos en el TFG se muestran en la Fig.4. Como puede observarse en la escala de colores, las zonas más rojas indican una mayor concentración de contaminantes y las más azules las que menos. Las gráficas realizadas tienen una resolución muy alta y tienen la posibilidad de usar coordenadas UTM. Las predicciones se realizan para las estaciones de monitorización (Fig.1.) (donde se tenían las series temporales reales) y en los puntos intermedios se usan algoritmos de interpolación geoestadística tipo *kriging*.

El alumnado desarrolla por tanto multitud de habilidades favoreciendo un perfil más flexible y versátil al tradicional. Aunque no hay una estadística recogida formalmente, la percepción de los profesores y estudiantes es que en este tipo de proyectos la cantidad de horas dedicadas es mayor y de forma más intensa al inicio del TFG/TFM, sin embargo, las calificaciones pueden ser más altas por el grado de originalidad que conllevan este tipo de trabajos. Los alumnos en general están contentos ante esta posibilidad y el hecho de acercarse a la investigación desde su profesión.

CONCLUSIONES

Realizar trabajos de investigación en temáticas medioambientales conciencian al alumnado para conseguir una civilización más comprometida con el mundo que le rodea, posibilitándole a su vez a manejar de forma sencilla la programación para resolver problemas relacionados con la ingeniería y asentar los conceptos y conocimientos adquiridos durante su formación universitaria, favoreciendo el desarrollo y adquisición de competencias.

Debido a que la investigación es continua y constante, en siguientes trabajos se realizará un seguimiento del alumnado para evaluar su interés por conocer nuevas herramientas digitales y su voluntad en colaborar en nuevos estudios, además de conocer su valoración personal respecto a qué competencias transversales y técnicas creen haber adquirido.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de innovación forma parte del Proyecto RTI2018-098160-B-I00 apoyado por el 'MICINN' (Ministerio de Economía y Competitividad-España) Programa Estatal de I+D+i Orientada a 'Los Retos de la Sociedad'. Los datos de estudio han sido amablemente aportados por la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras y por Agencia Medioambiental de la Junta de Andalucía.

Los TFG/TFM de investigación son apoyados por la Universidad de Cádiz por el Plan propio de estímulo y apoyo a la Investigación y Transferencia en su punto 1.1. INICIA-INV: Iniciación a la investigación

REFERENCIAS

- Arias-Odón, F.G. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. 5ta Edición. Editorial Episteme.
- González-Enrique, J., Ruiz-Aguilar, J. J., Moscoso-López, J. A. Urda, D. y Turias, I.J. (2021). A comparison of ranking filter methods applied to the estimation of NO₂ concentrations in the Bay of Algeciras (Spain). *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, (35) 1999 – 2019.
- Mitas, L., Brown, W. M. y Mitsova, H. (1997). Role of dynamic cartography in simulations of landscape processes based on multivariate fields. *Computers and Geosciences*, (23) 437-446.
- Moscoso-López, J. A., González-Enrique, J., Urda, D., Ruiz-Aguilar, J.J. y Turias, I.J. (2021). Hourly pollutants forecasting using a deep learning approach to obtain the AQI. *Logic Journal of the IGPL*, 123 – 132.
- Rodríguez-García, M.I., González-Enrique, J., Moscoso-López, J.A. Ruiz-Aguilar, J.J., Rodríguez-López, J. y Turias, I.J. (2021). Comparison of maritime transport influence of SO₂ levels in Algeciras and Alcornocales Park (Spain). *XIV Conference on Transport Engineering, CIT2021*, (58) 2352-1465.
- Rumelhart, D.E., Hinton, G.E. y Williams, R.J. (1986). *Learning internal representation by error propagation. Parallel distributed processing: explorations in the microstructures of cognition, vol. 1*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sierra Bravo, R. (1996). *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica. Metodología general de su elaboración y documentación (4ta. Ed.)*. Madrid, España: Editorial Paraninfo.
- Younger, S., Parry, D. y Meigh, D. (2022). Preparing for the future: the impact of climate change on the civil engineering profession. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, (175) 87-93.

Caracterización de lentes multifocales mediante un laboratorio virtual basado en la óptica de Fourier

Vicente Ferrando^a, Diego Montagud-Martínez^{a,b}, Laura Remón^c, Walter D. Furlan^b y Juan A. Monsoriu^a

^aCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València (viferma1@upv.es; diemonma@upv.es; jmonsori@fis.upv.es), ^bDepartamento de Óptica y Optometría y Ciencias de la Visión, Universitat de València (walter.furlan@uv.es) y ^cDepartamento de Física Aplicada, Universidad de Zaragoza (lauremar@unizar.es).

Abstract

In this paper we present a new Python developed virtual laboratory that allows the optical characterization of a series of multifocal lenses under different setup parameters (sphere, cylinder, axis, pupil diameter, spherical aberration, ...) by using different metrics based on the Fourier optics, such as the Modulation Transfer Function (MTF), the Point Spread Function (PSF) and the image forming simulation of different optotypes.

Keywords: Virtual laboratory, Python, Multifocal lenses, Fourier optics, Image forming simulation.

Resumen

En este trabajo presentamos un nuevo laboratorio virtual, desarrollado en Python, que permite la caracterización óptica de una serie de lentes multifocales bajo diferentes parámetros de configuración (esfera, cilindro, eje, diámetro de pupila, aberración esférica, ...) mediante diferentes métricas basadas en la óptica de Fourier, tales como la Función de Transferencia de Modulación (MTF), la Función de Dispersión del Punto (PSF) y la simulación de formación de imágenes de diferentes optotipos.

Palabras clave: Laboratorio virtual, Python, lentes multifocales, óptica de Fourier, simulación de formación de imagen.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Desde la introducción de lentes bifocales, el uso de lentes multifocales en general está cada día más extendido. Actualmente se presentan lentes con comportamientos muy variados y con diseños basados en diferentes mecanismos. El estudio preliminar del comportamiento de estas lentes multifocales bajo diferentes parámetros de diseño es interesante desde un punto de vista docente (Ferran, 2012). El objetivo principal de este trabajo consiste en facilitar una herramienta que facilite el estudio del comportamiento y la calidad óptica de estos nuevos modelos de lente desde una perspectiva práctica e intuitiva, para ser utilizada en diferentes asignaturas del grado de optometría. En este trabajo presentamos un nuevo laboratorio virtual desarrollado en lenguaje Python que permite caracterizar una serie de lentes a partir

de un conjunto de métricas basadas en la óptica de Fourier (Goodman, 1968) (Born, 1998) (Gaskill, 1978).

METODOLOGÍA

El presente laboratorio virtual permite al estudiante seleccionar una lente y diferentes parámetros de configuración del sistema, mostrando una previsualización del mapa de fase de la estructura a estudiar y su irradiancia axial en el rango de vergencias de -1 a 4 D. En la Fig. 1 se muestra la interfaz gráfica de usuario, en la que se indican los controles de configuración, las previsualizaciones y una serie de métricas para analizar la lente. Para seleccionar la vergencia para la que queremos estudiar la métrica correspondiente, disponemos de un selector que podemos desplazar y cuyo indicador se muestra sobre la previsualización de la irradiancia axial (línea roja vertical). Una vez seleccionada la vergencia, y configurados los parámetros para el cálculo de algunas métricas, pulsamos su botón y el resultado se abrirá en una ventana emergente.

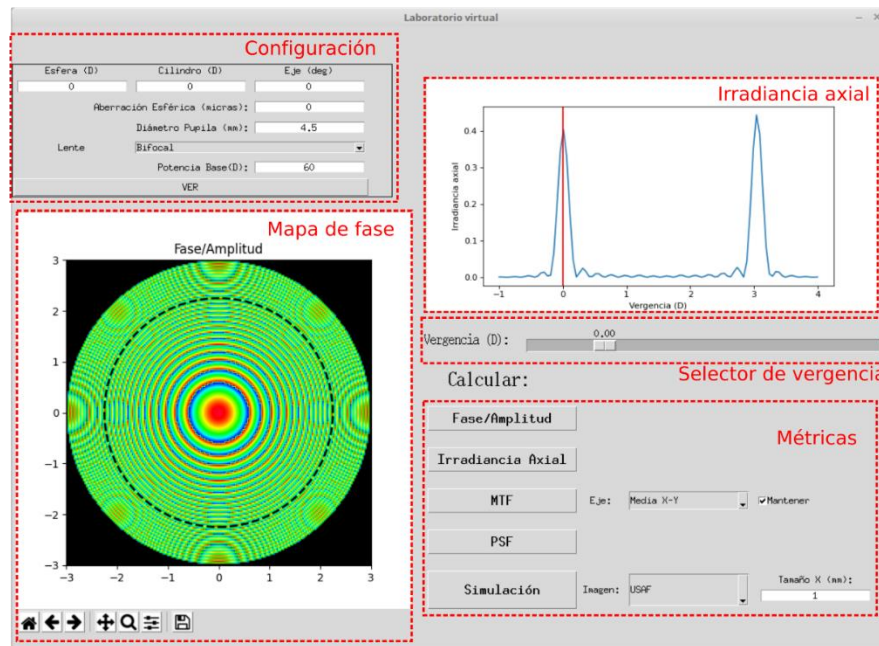


Fig. 1. Interfaz gráfica del laboratorio virtual en la que se indican las diferentes secciones.

En esta aplicación el estudiante puede seleccionar lentes estándar con diferentes distribuciones de irradiancia. En particular, se puede elegir entre una lente monofocal, una lente bifocal y una lente trifocal. La lente monofocal se comporta como una esfera perfecta. La lente bifocal presenta una estructura difractiva de tipo kinoform con una adición de 3 D y una distribución de aproximadamente del 50% de energía entre los focos de lejos y cerca. La lente trifocal presenta una estructura kinoform de doble periodo con una adición de 3 D para el foco de cerca y una adición de 1.5 D para el foco intermedio, siendo los tres focos de intensidades similares. Además, a la lente seleccionada se le pueden modificar diferentes parámetros como el diámetro de la pupila o la potencia base y añadir una esfera, cilindro o aberración esférica. Una vez seleccionado, pulsando el botón VER el laboratorio virtual nos

mostrará la previsualización del mapa de fase de la transmitancia con la pupila superpuesta para un muestreo bajo (200 x 200 píxeles) y la irradiancia axial en el rango de -1 a 4 D calculada a partir de esta transmitancia de baja resolución.

Para estudiar la lente con la configuración seleccionada disponemos de diferentes métricas como la irradiancia axial, la Función de Transferencia de Modulación o "*Modulation Transfer Function*" (MTF) en las direcciones X e Y, la Función de Dispersión del Punto o "*Point Spread Function*" (PSF) y la simulación de imágenes a partir de una lista de objetos seleccionables. Mediante el cálculo de estas métricas en la vergencia seleccionada por el estudiante se puede analizar la calidad óptica de los diferentes focos, así como los efectos de diferentes aberraciones, como la división de los focos que provoca el astigmatismo o la extensión de foco producida por la aberración esférica. Para aplicar todas estas métricas partimos del cálculo de la transmitancia de las lentes teniendo en cuenta el efecto de los parámetros de configuración con un muestreo de 1000x1000 píxeles. A partir de la transmitancia, obtenemos la irradiancia axial calculando la difracción de Fresnel en el rango de vergencias de -1 a 4 D.

La PSF es el patrón de difracción proporcionado por el sistema en el punto focal paraxial, es decir, la imagen que forma de un objeto puntual. Esta se puede obtener como el módulo al cuadrado de la transformada de Fourier de la transmitancia del sistema. Nótese que con este cálculo obtendríamos solamente el plano focal de la lente, por lo que para obtener la PSF en otro plano de vergencia combinamos la transmitancia del sistema con una esfera de la vergencia a estudiar. En cuanto a la MTF, esta representa el contraste que obtendremos para redes sinusoidales de diferentes frecuencias utilizadas como objeto. Esta puede obtenerse como el módulo de la transformada de Fourier de la PSF del plano focal a analizar. Cabe destacar que, para lentes sin simetría de revolución, la MTF dependerá de la orientación de la red objeto. Por esta razón distinguimos entre la MTF en el eje X, en el eje Y y la media de ambas medidas. Finalmente, podemos simular la formación de imágenes mediante la convolución del objeto original con la PSF. Para ello, seleccionamos una imagen como objeto original e introducimos sus dimensiones. El programa realiza un remuestreo de la PSF para que el tamaño de sus puntos de muestreo coincida con el de los píxeles de la imagen. De esta forma, la imagen simulada se obtiene como la convolución del objeto con la PSF.

RESULTADOS

En primer lugar, estudiamos las diferentes lentes del laboratorio virtual. En la Fig. 2(a-f) se muestran las previsualizaciones del mapa de fase de la transmitancia y la irradiancia axial para las tres lentes seleccionables, manteniendo el resto de parámetros con sus valores por defecto, es decir, con un diámetro de pupila de 4.5 mm y sin añadir ninguna aberración al sistema. Analizando los mapas de fase podemos ver que disponemos de tres lentes con características diferentes. La lente monofocal consiste en una pupila circular de potencia nula (la potencia base no se muestra en los mapas de fase), mientras que las lentes bifocal y trifocal presentan estructuras difractivas con dientes kinoform. En la previsualización de la irradiancia axial (Fig. 2(d-f)) se distinguen claramente los comportamientos monofocal, bifocal y trifocal de las tres lentes propuestas. En la Fig. 2(g-i) se muestran las MTFs correspondientes a diferentes planos focales (indicados sobre la irradiancia axial con líneas verticales del mismo color) de las lentes estudiadas obtenidas como la media de las MTF en los ejes X e Y. En particular, para la lente monofocal (Fig. 2g) se puede observar la disminución del área bajo la

MTF cuando nos alejamos de la vergencia de 0 D, lo que nos indica que las imágenes tendrán peor contraste en general. Para la lente bifocal (Fig. 2h) vemos que en los planos donde tenemos los focos (0 y 3 D) la MTF tiene unas curvas similares, mientras que para la vergencia de 1.5 D la MTF es muy baja. En cuanto a la lente trifocal (Fig. 2i) en los tres planos focales tenemos MTFs con curvas similares, siendo más baja la MTF en el plano de vergencia 1.5 D para todas las frecuencias.

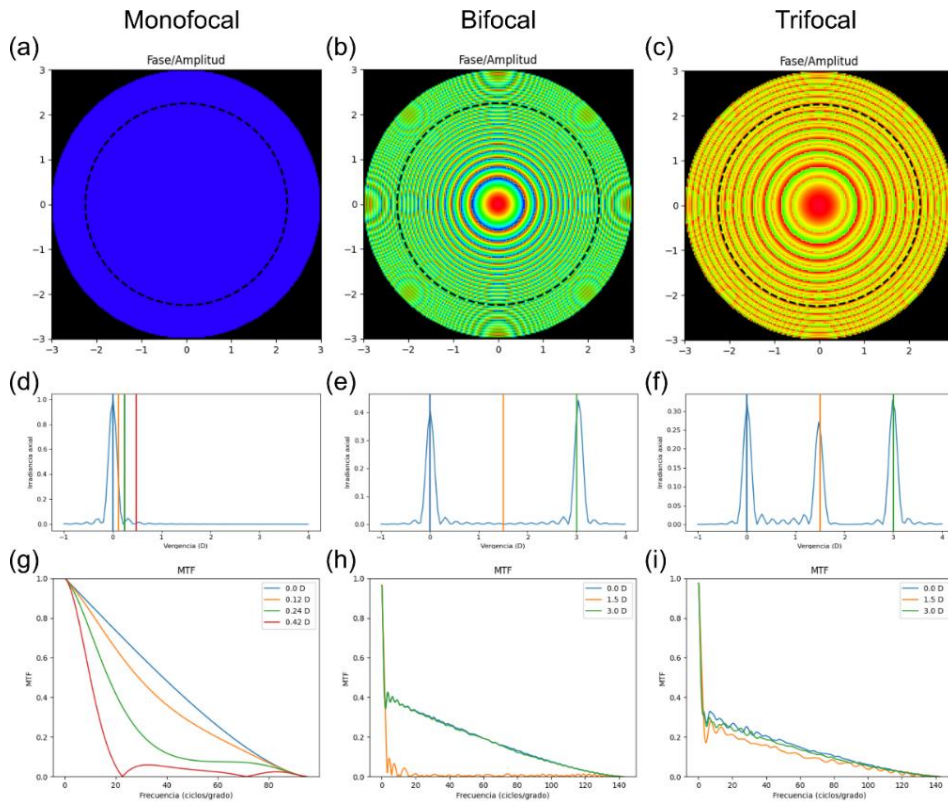


Fig. 2. Para las tres lentes seleccionables se muestra la previsualización del mapa de fase (arriba), la irradiancia axial normalizada (centro) y las MTFs correspondientes a diferentes planos focales de interés (abajo) indicados sobre la irradiancia axial correspondiente con una línea vertical.

A continuación, estudiamos la lente bifocal con diferentes modificaciones en los parámetros de configuración. En particular, en la Fig. 3 se muestran los efectos de reducir la pupila a 3 mm de diámetro, añadir un cilindro de 0.5 D y añadir una aberración esférica de 0.28 micras.

Mediante estas simulaciones los estudiantes pueden observar el efecto produce en las métricas la modificación de estos parámetros. En la Fig. 3d podemos apreciar el aumento en la profundidad de foco de los focos de la lente bifocal cuando reducimos la pupila (efecto producido por la difracción a través de una abertura). Además, el estudiante podría analizar de forma cuantitativa el efecto sobre la MTF a lo largo del foco (Fig. 3g). Añadiendo una aberración esférica de 0.28 micras a la lente bifocal, se puede observar en la Fig. 3f que presenta una extensión de los focos y un desplazamiento de estos. Sin embargo, tendremos una disminución de la irradiancia axial (comparar con la Fig. 2e). De la misma forma, el estudiante podría analizar de forma cuantitativa el efecto sobre la MTF a lo largo del foco (Fig. 3i). En cuanto al efecto de añadir un cilindro, en la Fig. 3e se muestra que produce un

desdoblamiento de los focos en la irradiancia axial, pero con una disminución muy alta de la irradiancia. En la Fig. 3h se confirma que ambos focos muestran buenas MTFs, mientras que en el plano intermedio se formará una imagen con baja resolución (la MTF solo se mantiene para bajas frecuencias). Para estudiar con mayor detalle el efecto de aplicar un cilindro, lo estudiaremos sobre la lente monofocal, mostrando la MTF en las direcciones X e Y.

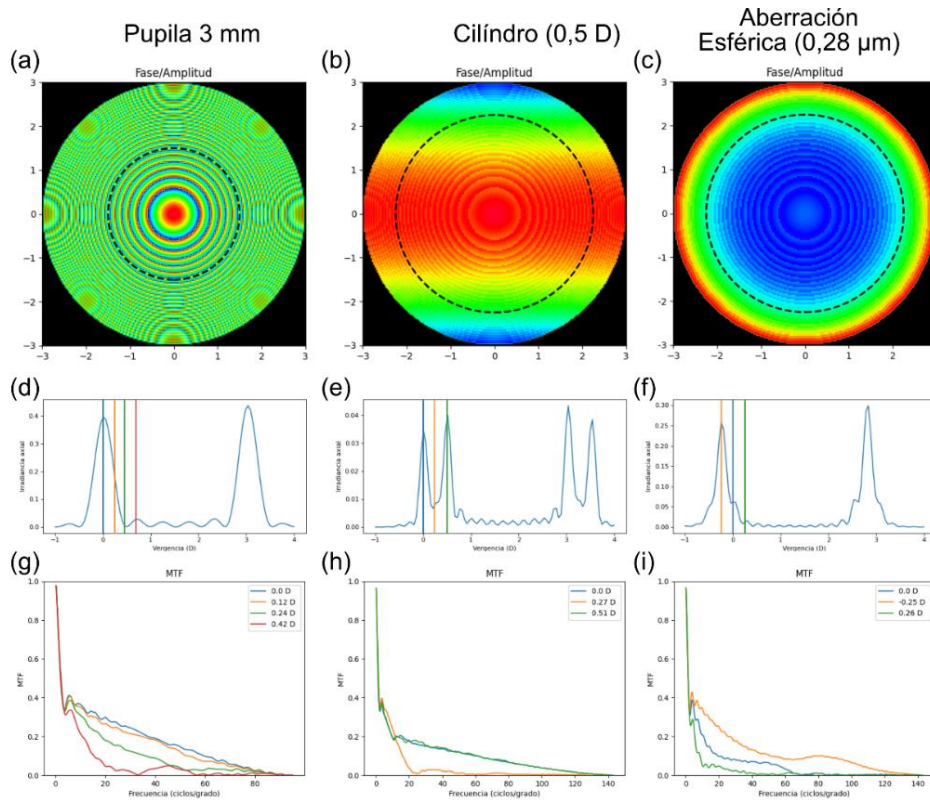


Fig. 3. Se muestran los mapas de fase (arriba), la irradiancia axial (centro) y las MTFs en algunos planos de interés (abajo) para la lente bifocal con pupila de 3 mm de diámetro (izquierda), cilindro de 0.5 D (centro) y aberración esférica de 0.28 micras (derecha).

En la Fig. 4 se muestran la MTF en las direcciones X e Y, la PSF y la simulación de imagen del test USAF para la lente monofocal con un cilindro de 0.5 D en los planos focales de 0, 0.25 y 0.5 D. Se puede observar que en el plano focal de 0 D las frecuencias horizontales tienen buena resolución, mientras que las frecuencias verticales prácticamente no se resuelven. Por otra parte, en el plano de vergencia 0.5 D observamos justo lo contrario. En el plano intermedio podemos ver que en ninguna de las dos direcciones la MTF es buena, pero la combinación de ambas genera una imagen que, aunque presenta una imagen desenfocada, tiene un comportamiento similar en ambas direcciones.

CONCLUSIONES

La MTF y la PSF son conceptos esenciales para entender las propiedades de formación de imágenes de los sistemas ópticos que se introducen teóricamente en las asignaturas de óptica de diferentes grados. En este trabajo presentamos un laboratorio virtual que requiere un conocimiento básico y permite desarrollar un análisis del comportamiento de varias lentes

multifocales bajo diferentes aberraciones y efectos de configuración del sistema. De esta forma, el presente laboratorio virtual puede ayudar a los estudiantes a comprender los principios básicos de la óptica de Fourier y el procesamiento digital de imágenes, así como sus aplicaciones en algunas áreas científicas y tecnológicas mediante la introducción al estudiante en el uso de conceptos que, siendo complejos matemáticamente, pueden interpretarse de forma intuitiva a partir de la simulación.

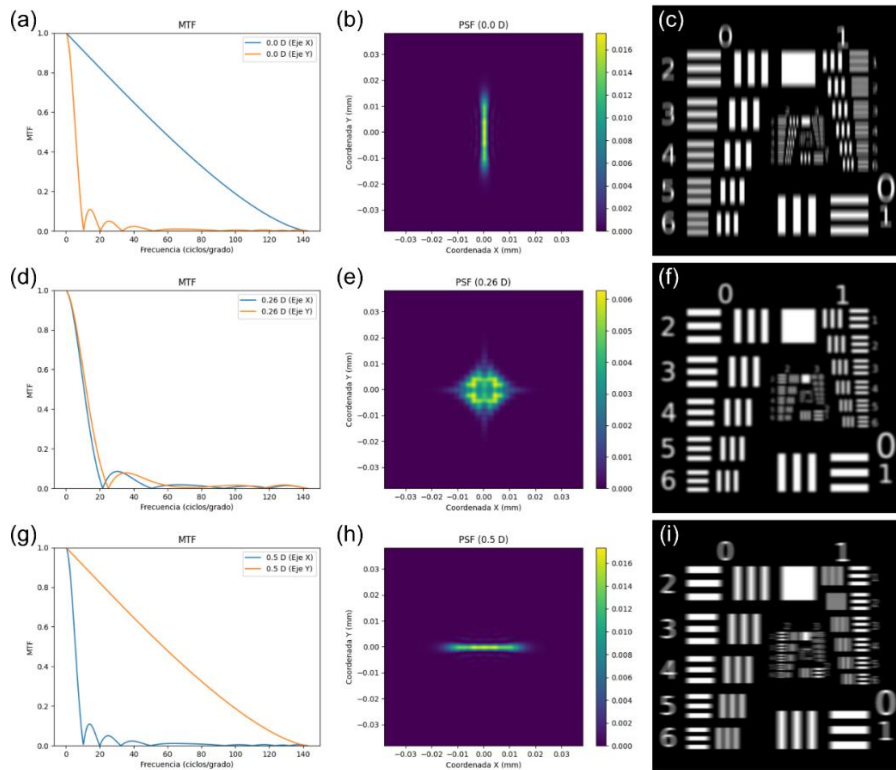


Fig. 4. Para la lente monofocal con un cilindro de 0.5 D se muestra la MTF en dirección X e Y (izquierda), la PSF (centro) y la simulación de imagen del test USAF (derecha) para los planos focales de 0D (arriba), 0.25 D (centro) y 0.5 D (abajo).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España [PID2019-107391RB-I00] y por la Generalitat Valenciana (España) [PROMETEO/2019/048]. D. M.-M. también agradece la financiación otorgada por la beca Margarita Salas del Ministerio de Universidades de España financiado por the European Union-Next Generation EU.

REFERENCIAS

- Born, M., y Wolf, M. (1998). *Principles of Optics*. Pergamon.
- Ferran, C., Bosch, S., y Carnicer, A., (2012) Design of optical systems with extended depth of field: an educational approach to wavefront coding techniques. *IEEE Trans. Educ.*, 55, 271–278.
- Gaskill, J. D., (1978) *Linear Systems, Fourier Transforms, and Optics*. Wiley.
- Goodman, J.W. (1968) *Introduction to Fourier Optics*. McGraw Hill.

Aprendizaje de conceptos de Localización de Instalaciones a través de un juego de fuga

Beatriz Andres^a, Francisca Sempere^b y Rocío de la Torre^c

^aUniversitat Politècnica de València; bandres@cigip.upv.es; ^bUniversitat Politècnica de València (fsempere@omp.upv.es); ^cUniversitat Politècnica de València; mrtormar@omp.upv.es.

Abstract

This paper describes the application of gamification for learning Facility Location problems in the Industrial Management subject common to engineering degrees at the Universitat Politècnica de València. The main objective of this initiative is to provide students with a game-based learning experience that motivates and leads them to learn concepts through a “breakout game”.

Keywords: active learning methodology, gamification, breakout, facility location, business organization.

Resumen

Este artículo describe la aplicación de la gamificación para el aprendizaje de los problemas de Localización de Instalaciones en la asignatura de Organización de Empresas, de los grados de ingeniería de la Universitat Politècnica de València (UPV). El principal objetivo es facilitar al alumno una experiencia de aprendizaje basada en el juego, que le motive y le conduzca al aprendizaje de conceptos a través de un “juego de fuga”.

Palabras clave: metodología activa de aprendizaje, gamificación, breakout, localización de instalaciones, organización de empresas; juego de fuga.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La enseñanza no es la causa directa del aprendizaje (Gil Molina, 2014). Desplazarse de la enseñanza al aprendizaje implica, antes de nada, reconocer la relativa independencia de ambas variables. Puesto que, por mucho que para el profesorado resulte difícil sustraerse al espejismo de “lo que yo explico es lo que aprenden”, la enseñanza no es la causa directa del aprendizaje, del mismo modo que las ideas y la capacidad de razonar de determinado modo no pueden pasar de una cabeza a otra. Es lo que el estudiante hace lo que marca la diferencia, y lo que se conoce como la “activación” de los estudiantes. La evidencia de este principio fundamental es lo que llevó a expertos y autoridades educativas de todo el mundo a partir de los años 80 a urgir a un cambio metodológico en las aulas universitarias. La consigna era -y sigue siendo- implantar procesos educativos que lograsen mayores niveles de activación cognitiva de los estudiantes. “Aprendizaje activo” o “active learning”, es el término con el que refiere la literatura esa demanda de procesos de aprendizaje que produzcan mayores grados de activación de los estudiantes. Chickering (1987), en su publicación “Siete principios de

buenas prácticas”, destaca que: *“el aprendizaje no es un deporte de espectadores, los estudiantes no aprenden simplemente sentándose en clase a escuchar al profesorado, memorizando tareas pre-cocinadas y repitiendo respuestas. Deben hablar sobre lo que están aprendiendo, escribir sobre ello, relacionarlo con experiencias pasadas, aplicarlo a sus vidas cotidianas. Deben hacer de lo que aprenden parte de ellos mismos”.*

La UPV está apostando fuertemente por un cambio en el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia metodologías activas de aprendizaje que situó al alumno como protagonista de su propio aprendizaje, permitiendo no sólo motivar al alumno sino permitir el desarrollo de las competencias que el entorno laboral demanda.

Es en este contexto donde se presenta el desarrollo de esta propuesta de aprendizaje centrada en el alumno, y basada en el juego de “scape room”, concretamente “breackout EDU”, como actividad para el aprendizaje al más alto nivel de comprensión sobre el concepto de localización de instalaciones en la asignatura de Organización de Empresas del área propia de ingeniería industrial de la UPV.

Los objetivos principales de esta propuesta son, por una parte y de forma más específica, motivar al alumno en el aprendizaje y la profundización de los conceptos relacionados con los problemas de Localización de Instalaciones, promoviendo el aprendizaje autónomo y la aplicación posterior de conceptos y por otra, de forma más genérica, desarrollar todo un conjunto de habilidades derivadas del trabajo cooperativo, a través de los retos comunes que establece el juego, tales como: la interdependencia positiva, la responsabilidad individual, la interacción cara a cara o la reflexión de grupo.

METODOLOGÍA

El diseño de la propuesta de aprendizaje utiliza métodos orientados a la discusión y al trabajo cooperativo a través del juego. Los juegos son una herramienta de apoyo al aprendizaje que posibilitan convertir una experiencia de aprendizaje en una propuesta atractiva y motivadora para los alumnos, siempre y cuando en su concepción y diseño se tengan en cuenta cuales son los objetivos de aprendizaje establecidos y la adquisición de competencias transversales (Wilson, 2009). A la hora de diseñar el “juego de fuga” se han considerado los factores que destaca Csikszentmihalyi, (1991) como básicos para que la actividad sea lúdica y útil al mismo tiempo: i) debe suponer un reto para las habilidades y conocimientos personales de los alumnos; ii) los objetivos deben ser claros y concisos y deben proporcionar retroalimentación (tanto para los alumnos como para los profesores); y iii) debe ser adaptable / flexible en el tiempo.

La gamificación es además una metodología útil para conseguir los objetivos de aprendizaje también desde la perspectiva del profesorado, puede ayudar a mejorar el ambiente del aula y gestionar los tiempos de aprendizaje. Esta es una de las principales razones que explican su mayor difusión para la enseñanza de las asignaturas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y

matemáticas), como la de Organización de Producción, ya que estas asignaturas suelen ser las consideradas más complejas (Buckley, 2017).

La propuesta de aprendizaje es una actividad de aprendizaje orientada a la discusión y el trabajo cooperativo, en la que se han tenido en cuenta cuatro de los cinco ingredientes o elementos fundamentales del aprendizaje cooperativo que son: la interdependencia positiva, la exigibilidad individual, la interacción cara a cara, el desarrollo de habilidades interpersonales y de trabajo en grupo y reflexión del grupo:

- a) Interdependencia positiva: Los alumnos deben visualizar un screencast antes de realizar la actividad sobre los conceptos a tratar en la práctica de Breackout EDU y realizar un test individual que asegura que el alumno ha comprendido los conceptos a aplicar en el juego. Si un miembro del grupo no completa su tarea de aprendizaje, el resto sufrirá las consecuencias de la falta de respuesta de ese miembro.
- b) Responsabilidad individual: En el caso expuesto de Breackout EDU, todos los alumnos deben de saber resolver el problema y cada componente del grupo se centra en una parte del problema a resolver. En el caso expuesto de Breackout EDU se evalúa de forma individual primero con la parte de teoría y después se realiza un ranking de los grupos que han “salido” del breackout EDU antes. Esto se expone en el aula mediante unos “certificados” que se han diseñado a modo de diploma. Los alumnos se autoevalúan en función de lo que han aportado en la resolución de los problemas complejos a resolver en el Breackout EDU. Además, el resultado de los test que se realizan a partir de los screencast también se publican.
- c) Interacción cara a cara, el Breackout EDU desencadena la interacción cara a cara de forma que se necesitan los esfuerzos individuales de todos los integrantes para lograr los objetivos del grupo.
- d) Habilidades interpersonales y sociales. La actividad de Breackout EDU requiere que los estudiantes participen para aprender a “trabajar juntos”. Se practican competencias como escuchar atentamente, cuestionar cooperativamente y negociar respetuosamente, para ayudarles a cooperar eficazmente en el grupo. Se trabaja el liderazgo y capacidades de decisión, de generar confianza, de comunicación y de gestión de conflictos.
- e) Reflexión de grupo o procesamiento grupal. Esta parte realmente no se incluye, por lo tanto, es un punto a considerar en la mejora posterior de la actividad.

La tabla 1 recoge la ficha resumen de desarrollo de la actividad.

Tabla 1. Ficha resumen de la actividad de “juego de fuga”.

Nombre de la actividad: Breackout EDU aplicado a la Localización de Instalaciones de la asignatura de Organización de Empresas
Resultado/s de aprendizaje a alcanzar con la actividad: <ul style="list-style-type: none">- Reconocer los métodos de apoyo a la toma de decisiones para la localización de instalaciones.- Aplicar técnicas y herramientas en la localización de instalaciones.- Resolver problemas de localización de instalaciones.
Contenidos que se trabajan: Métodos de Evaluación de Alternativas para la Localización de Instalaciones <ul style="list-style-type: none">- Método de factores ponderados.

<ul style="list-style-type: none"> - Análisis del umbral de rentabilidad de la localización. - Método del centro de gravedad.
Momento de realización: Durante la clase.
Contexto: Aula de laboratorio.
Tipo: Equipo (trabajo colectivo de 4 alumnos/equipo).
<p>Desarrollo: La actividad comienza con la aparición de una noticia en el boletín oficial de la Universidad: “Cuatro alumnos han sido secuestrado por una mafia que busca poder en la industria energética”.</p> <p>Instrucciones: https://media.upv.es/#/portal/video/fe437570-71e7-11eb-8edd-039d38da45d9</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Leer la Pista 1 <ul style="list-style-type: none"> - Resolver el enigma: se tratará de un problema de localización de instalaciones a resolver mediante el método de umbral de rentabilidad. - Introducir el número que abre el primer candado, para acceder a la pista 2. 2. Leer la Pista 2 <ul style="list-style-type: none"> - Resolver el enigma: se tratará de un problema de localización de instalaciones a resolver mediante el método de centro de gravedad. - Introducir la palabra que abre el segundo candado, para acceder a la pista 3. 3. Leer la Pista 3 <ul style="list-style-type: none"> - Resolver el enigma: se tratará de un problema de localización de instalaciones a resolver mediante el método de factores ponderados. - Introducir la palabra que abre el tercer candado, para acceder a la última caja que contiene una fotografía. 4. Envío de la resolución: <ul style="list-style-type: none"> - El grupo se hace una foto con la fotografía de la última caja y la envía por mail al profesor.
<p>Material y recursos: Los alumnos disponen de los apuntes de clase, y los screencast de los diferentes métodos de localización de instalaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de alternativas para la localización de instalaciones a través del método de factores ponderados https://media.upv.es/player/?id=e472d990-4590-11e9-8874-edf39c22d5d2 - Evaluación de alternativas para la localización de instalaciones a través del método del centro de gravedad https://media.upv.es/player/?id=38cd5730-7350-11e9-b1db-e795b40ece52 <p>Los alumnos necesitan calculadora y regla para realizar los cálculos y gráficos pertinentes.</p>
Duración: 90 minutos
Entregas: Los alumnos entregan la resolución de los problemas, en el formato establecido a través de plantillas.
<p>Evaluación: La evaluación es formativa ya que los alumnos van obteniendo retroalimentación durante el desarrollo de la actividad y a la finalización de la misma. Los criterios de evaluación se basan en el orden en el que los alumnos superan el reto. El primer equipo recibe la máxima puntuación (10 puntos) y el resto de equipos puntuaciones menores atendiendo al tiempo que han tardado en superar cada etapa.</p>

RESULTADOS

Para medir el impacto en la satisfacción del alumnado y en el proceso de aprendizaje, se han utilizado indicadores tanto cuantitativos y cualitativos.

Los indicadores cuantitativos son los que define la encuesta de alumnado que la UPV realiza anualmente sobre el profesor/asignatura, y que abarca distintas preguntas relacionadas con el conocimiento de la materia, la organización y planificación de la asignatura, las

metodologías docentes utilizadas y la interacción y motivación en el aula, así como un ítem general de satisfacción global. Aunque si bien es cierto que esta encuesta se refiere a la satisfacción del estudiante relativa del proceso enseñanza-aprendizaje de toda la asignatura, y no de la experiencia concreta de la actividad que se presenta, cabe destacar que la asignatura en su conjunto, empezó hace dos cursos académicos un proceso de cambio hacia metodologías activas que ha conducido a incrementar en más de 3 puntos, respecto a los resultados de hace tres años, la media de satisfacción de todos los ítems de la encuesta.

Para conocer concretamente la opinión de los alumnos de cada una de las iniciativas que se van implementando, se realizan encuestas ad-hoc que además incluyen preguntas de respuesta abierta que permiten recoger las opiniones concretas de los alumnos. En el caso de esta actividad, con un conjunto de opiniones de 34 alumnos, y con una puntuación promedio superior al 4,2 (en una escala Likert 1-5) los alumnos consideran que la experiencia les ha ayudado a consolidar los conceptos de los 3 métodos de cálculo de localización de instalaciones y ha aumentado su interés al haberlos trabajado a través del juego. La tabla 2, recoge las opiniones de respuesta abierta relativas a las preguntas: ¿Qué mejorarías? ¿Qué es lo que menos te ha gustado? ¿Y lo qué más?, demostrando que hemos conseguido los objetivos propuestos de despertar interés y motivar al alumnado en el aprendizaje de los conceptos.

Tabla 2. Opiniones de respuesta abierta de los alumnos.

-	“En nada, a mí me gusta todo, el sistema de puntuación, la manera de resolverlo, etc.”
-	“Me gusto el concepto de scape room.”
-	“Lo que más me ha gustado ha sido el trabajo en equipo y lo que menos ha sido la confusión del principio sobre por dónde empezar, por lo demás todo perfecto.”
-	“En la Pista 2 nos costó un poco entender cuál era el método que debíamos utilizar.”
-	“Lo que menos me ha gustado ha sido ir a contrarreloj.”
-	“Me ha gustado que la nota dependa del tiempo, es una manera de añadir tensión.”
-	“Sería interesante incorporar más pruebas”
-	“Me gustó mucho la práctica, el equipo que se hace en ella, la competición que genera que nos hace ser mejores”
-	“La verdad que a mi parecer, poca cosa más mejoraría porque me ha parecido una idea super original que creo que al menos mi grupo ha sabido aprovechar para aprender estos conceptos.”

CONCLUSIONES

El proceso de enseñanza-aprendizaje necesita evolucionar hacia la centralización del alumno como responsable de su propio aprendizaje (Sempere, 2021) para poder adaptarse a los cambios e inquietudes del alumnado actual derivados de la cultura de la inmediatez generada por la revolución digital.

La propuesta que se presenta se ha diseñado pensando en crear un contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje más afín a los intereses de los alumnos y al entorno digital en el que se relacionan, con el fin de motivarlos y tratar de consolidar el conocimiento a través de la emoción (Sempere, 2019).

Los resultados demuestran, no sólo el aumento de satisfacción del alumno en el proceso de aprendizaje, sino también la mejora sustancial que se produce en el ambiente del aula y de la

relación profesor-alumno que impacta de forma muy positiva en la predisposición de ambos al esfuerzo a la mejora.

AGRADECIMIENTOS

Esta propuesta se enmarca dentro del proyecto de innovación y mejora educativa de la UPV: “La docencia inversa como metodología soporte a metodologías activas de aprendizaje” de la convocatoria 2021 de Aprendizaje y Docencia.

Los autores de esta propuesta, son miembros del Grupo de Aprendizaje Activo con emoción (GAAE), reconocido como equipo de Innovación docente por la UPV.

REFERENCIAS

- Buckley, P., Doyle, E. y Doyle, S. (2017). Game on student' perceptions of gamified learning. *Educational Technology and Society*, 20(3), 1–10.
- Csikszentmihalyi, M. (1991). Flow: The Psychology of Optimal Experience. *Academy of Management Review*, 16(3), 636–640.
- Chickering, A. W. y Gamson, Z. F. (1987). Seven Principles For Good Practice in Undergraduate Education. *AAHE Bulletin*, 18(3), 157–166.
- Gil Molina, P. (2014). Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje del alumnado del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad del País Vasco. *Magister*, 26(2), 67–74.
- Sempere-Ripoll, F., Andrés-Navarro, B., Rodríguez-Villalobos, A. y Faustino, A. V. (2021). Aplicación de los conceptos del Aprendizaje Basado en Equipos como herramienta para potenciar la responsabilidad del alumno en su propio aprendizaje para tamaños de grupos grandes. *VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia En Red*.
- Sempere-Ripoll, F. y Rodríguez-Villalobos, A. (2019). La emoción como clave del éxito para el desarrollo de competencias en la dirección de operaciones. Dirección y Organización. *Revista de Ingeniería de Organización*, 68, .
- Wilson, K. A., Bedwell, W. L., Lazzara, E., Salas, E., Burke, S. C., Estock, J. L., Orvis, L. y Conkey, C. (2009). Relationships between game attributes and learning outcomes: Review and research proposals. *Simulation and Gaming*, 40(2), 217–266.

Aprendizaje de producción mediante la aplicación de la simulación

Aitor Ruiz de la Torre^a, Rosa Maria Rio Belver^b y Javier Fernandez Aguirrebeña^c

^aaitor.ruizdelatorre@ehu.eus, ^brosamaria.rio@ehu.eus y ^cjavier.fernandez@ehu.eus

Universidad del País Vasco UPV/EHU. Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. Departamento de organización de empresas. C/ Nieves cano 12, 01006 Vitoria-Gasteiz.

Abstract

This research presents the digitalization of a *production management* subject, simulating real cases of manufacturing plants where the FlexSim software has been used for this purpose. The aim of this study is to analyze whether the application of simulation technology in industrial plants benefits the pedagogy and learning. Results have contributed that implementation of simulation reflects great improvements in all learning areas.

Keywords: Simulation, Virtual Reality, Problem Based Learning, Production Management.

Resumen

Esta investigación presenta la digitalización de la asignatura de *gestión de la producción*, simulando casos reales de plantas de fabricación en los que se ha utilizado el software FlexSim para este fin. El objetivo de este estudio es analizar si la aplicación de la tecnología de simulación en las plantas industriales beneficia a la pedagogía y al aprendizaje. Los resultados han aportado que la aplicación de la simulación refleja grandes mejoras en todas las áreas de aprendizaje.

Palabras clave: Simulación, Realidad Virtual, Aprendizaje Basado en Problemas, Gestión de la producción.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Con la introducción de tecnologías como el Internet de las cosas o la computación en la nube la industria tal y como la conocíamos se está transformando (Wollschlaeger et al., 2017). Hoy en día, a raíz de la nueva revolución industrial, el mundo digital adquiere mayor importancia, no solo para recopilar datos, sino también para determinar cómo funciona el mundo real.

El informe “Digital Skills New Professions, New Educational Methods, New Jobs”, elaborado por la Comisión Europea, señala que alrededor del 90% de los empleos en Europa requerirán en el futuro cercano algún tipo de competencia digital. Además, el 40% de los trabajadores se muestran preocupados por el hecho de no poseer las habilidades digitales necesarias para

desarrollar sus trabajos en el futuro (European Commission, Directorate-General for Communications Networks, 2019). Las asignaturas de ingeniería deben adecuarse a esta nueva realidad.

La aplicación de las tecnologías como realidad virtual y simulación son bien conocidas como facilitadoras y posibilitadoras de nuevas realidades digitales. Para la industria, la simulación de procesos no es sólo un avance tecnológico, es también un recurso que ayuda a analizar los procesos y a mejorarlos mediante su modelado y experimentación.

Gracias al uso de modelos digitales de los procesos productivos la producción es más eficiente en tiempo, precisión y seguridad (He & Bai, 2021). Permite, entre muchas otras ventajas, experimentar con bajo coste e identificar con antelación las áreas de oportunidad y disminuir considerablemente los márgenes de error mediante el uso de los modelos de simulación. Además, como el simulador de procesos multiplica los cálculos, se pueden construir varios escenarios donde realizar proyecciones futuras (Kellner et al., 1999).

Recientes publicaciones apuntan que la simulación de procesos puede utilizarse para obtener una serie de ventajas y beneficios (Chernyakov et al., 2018; Turner et al., 2016) entre los que cabe destacar los siguientes:

- Diseño, creación y optimización constante de plantas industriales.
- Mejora de los tiempos de producción.
- Tener una visión preliminar de las posibles estrategias de trabajo y estudiarlas.
- Simular el uso de maquinaria y equipos de trabajo automatizados.
- Modelar averías de máquinas y otros equipos.
- Diseñar patrones de mantenimiento preventivo.
- Etc.

Por otra parte, es posible incorporar la realidad virtual en los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que la curva de aprendizaje de esta tecnología se ha simplificado y se ha acompañado de un descenso de los costes de hardware y software (Abulrub et al., 2011). La tecnología de realidad virtual complementa la simulación de los procesos permitiendo su visualización y, por tanto, facilitando la comprensión de los problemas.

La asignatura denominada “Gestión de la producción” impartida en los grados de las escuelas de ingeniería tiene por objeto el estudio de la producción de un bien específico a tiempo y coste mínimos. En el mundo actual inmersos en la Industria 4.0, la eficiencia de los sistemas productivos está siendo afectada por la introducción de herramientas digitales que repercuten en la necesidad de modernizar sus enseñanzas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar si la implementación de la tecnología de simulación orientada a resolver los problemas reales en la asignatura de gestión de la producción beneficia la pedagogía y el aprendizaje de los estudiantes.

2. METODOLOGÍA

Como metodología activa para la incorporación de tecnologías a los procesos de enseñanza-aprendizaje del aula se ha elegido el aprendizaje basado en problemas (PBL). Este método ha

sido ampliamente utilizado en los estudios de ingeniería por demostrar efectividad en el aprendizaje de conceptos tecnológicos mediante la resolución de problemas y la toma de decisiones favoreciendo los procesos de razonamiento y la creatividad (Chen et al., 2021).

Para el análisis se ha seleccionado la asignatura de gestión de la producción, impartida en todos los grados de la Facultad de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. El grupo experimental elegido está formado por 60 alumnos con una edad media de 21,5 años, siendo un grupo homogéneo en cuanto a edad y nivel educativo.

El PBL se desarrolló a lo largo de 5 sesiones de 2 horas impartidas en distintas semanas. La figura 1 permite comprender la metodología de autoaprendizaje aplicada.

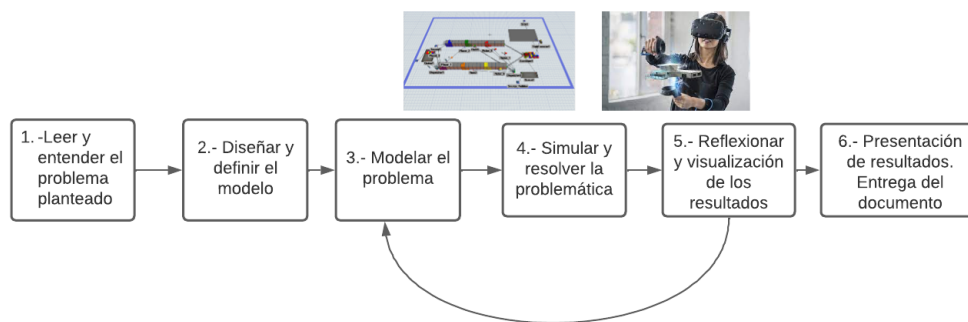


Fig. 1 Diagrama de flujo del método PBL aplicado a los ejercicios de simulación

El software de modelado y análisis de la simulación 3D fue FlexSim (<https://www.flexsim.com/es/>). La realidad virtual fue realizada mediante las gafas comerciales Oculus.

Como solo algunos pocos participantes tenían algunos conocimientos previos de simulación, como primer paso, se explicaron los conceptos introductorios de la simulación y luego se pidió a los estudiantes que siguieran su autoaprendizaje a través del desarrollo de varios escenarios, diseñados para tomar parte activa e involucrarse en la resolución de un problema real o imaginario (simplificado del mundo real).

Las simulaciones de los escenarios reales aumentan su complejidad motivando a los alumnos en la búsqueda de soluciones cada vez más innovadoras a los problemas generados. Paso a paso los siguientes cinco escenarios se acercan cada vez a una situación real.

1.-La oficina de correos de Vitoria-Gasteiz: Gestión de movimientos y servicio.

2.-El aeropuerto de Vitoria-Gasteiz: La descarga de los aviones de carga y la entrega en furgonetas.

3.-La fabricación de drones en el parque tecnológico de Álava: Montaje de un dron a través de diferentes operaciones de ensamblaje y calidad.

4.-Almacén de neumáticos: Gestión de un almacén de neumáticos, embalaje de pedidos y preparación para un futuro cliente.

5.-Clasificador: Desarrollo de una planta de producción de clasificadores mediante robots y preparación de la línea para diferentes tipos de mantenimientos.

Dada la alta complejidad de la modelización de un caso real, todos los docentes implicados en cada sesión supervisaron y resolvieron las dudas que surgieron a lo largo de cada sesión de trabajo.

Cada alumno participante debía reflexionar sobre el escenario y su modelo desde el final de cada ejercicio hasta la siguiente presentación del mismo, con el fin de realizar un exhaustivo análisis de sensibilidad y establecer los límites del escenario (ver ejemplo del ejercicio cuatro en la Fig. 2).

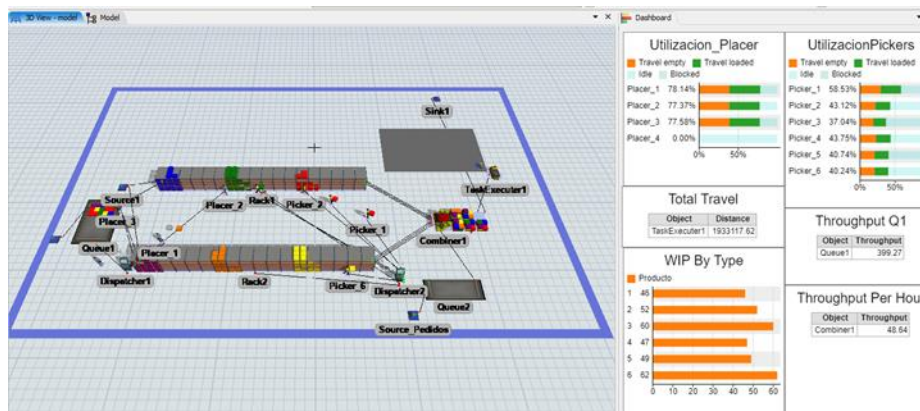


Fig. 2 Visualización del cuarto ejercicio almacén de neumáticos

Por último, como herramienta de medida de los resultados de aprendizaje, se ha optado por utilizar un cuestionario *ad hoc* con un total de 21 preguntas divididas en los siguientes 5 bloques:

1. El contexto teórico de la asignatura.
2. La aplicación de la tecnología: el taller de simulación.
3. Valoración general utilización de la simulación.
4. La realidad virtual.
5. Ventajas y desventajas de la utilización de la simulación y la realidad virtual.

3. RESULTADOS

Los resultados del cuestionario *ad hoc* para medir el impacto de la aplicación de la tecnología en el aula, permiten constatar una alta satisfacción general del grupo (4 de 5) con el uso de la simulación como herramienta del aprendizaje de la gestión de la producción. Se logran mejoras en todas las áreas encuestadas con una valoración media de 4,21 sobre 5, destacando sobre las demás el uso de nuevas tecnologías (4,65) y el aprendizaje basado en problemas (4,45).

Los resultados que pueden visualizarse en la figura 3 permiten corroborar que el uso de herramientas digitales como son la simulación y la realidad virtual han facilitado el proceso de

aprendizaje de la asignatura debido a la posibilidad de afrontar la realidad de una manera más cercana (4,45 sobre 5).

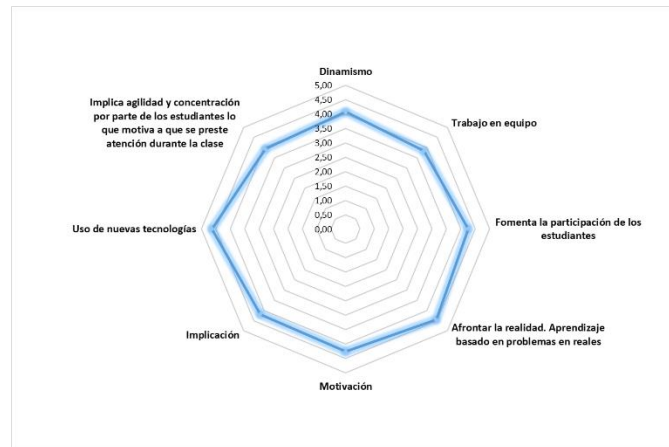


Fig. 3: Valoración general de la clase

Aunque pocos participantes habían interactuado previamente con la realidad virtual en otras asignaturas, los alumnos perciben grandes beneficios con la interacción en entornos virtuales considerando la gamificación de las asignaturas en entornos virtuales esenciales en el futuro (ver Fig. 4).

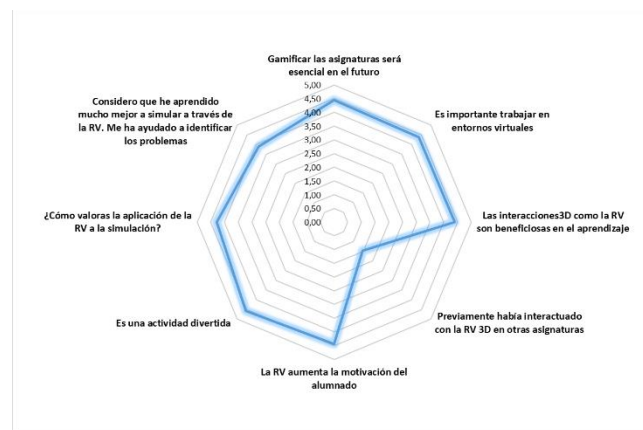


Fig. 4: Valoración aspectos realidad virtual

4. CONCLUSIONES

En este estudio queda altamente reflejado que la simulación con la ayuda de realidad virtual son tecnologías que tienen un gran potencial para que los alumnos de distintas enseñanzas técnicas puedan beneficiarse pedagógicamente y aumentar considerablemente su

aprendizaje en la materia correspondiente (Cózar-Gutiérrez & Sáez-López, 2016), afrontando situaciones reales.

Por último, cabe señalar que es necesario digitalizar otras áreas con la simulación y la realidad virtual en futuros estudios, para contrastar los resultados obtenidos y llegar a conclusiones que complementen las de este estudio.

5. REFERENCIAS

- Abulrub, A. H. G., Attridge, A. N., & Williams, M. A. (2011). Virtual reality in engineering education: The future of creative learning. *2011 IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2011*, 751–757. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773223>
- Chen, J., Kolmos, A., & Du, X. (2021). Forms of implementation and challenges of PBL in engineering education: a review of literature. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 90–115. <https://doi.org/10.1080/03043797.2020.1718615>
- Chernyakov, M. K., Chernyakova, M. M., & Ch Akberov, K. (2018). *Simulation Design of Manufacturing Processes and Production Systems*.
- Cózar-Gutiérrez, R., & Sáez-López, J. M. (2016). Game-based learning and gamification in initial teacher training in the social sciences: an experiment with MinecraftEdu. *International Journal of Educational Technology in Higher Education 2016 13:1*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S41239-016-0003-4>
- European Commission, Directorate-General for Communications Networks, C. and T. (2019). *Digital skills : new professions, new educational methods, new jobs : final report*. <https://doi.org/10.2759/36058>
- He, B., & Bai, K. J. (2021). Digital twin-based sustainable intelligent manufacturing: a review. *Advances in Manufacturing*, 9(1), 1–21. <https://doi.org/10.1007/S40436-020-00302-5/FIGURES/4>
- Kellner, M. I., Madachy, R. J., & Raffo, D. M. (1999). Software process simulation modeling: Why? What? How? *Journal of Systems and Software*, 46(2–3), 91–105. [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(99\)00003-5](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(99)00003-5)
- Turner, C. J., Hutabarat, W., Oyekan, J., & Tiwari, A. (2016). Discrete Event Simulation and Virtual Reality Use in Industry: New Opportunities and Future Trends. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 46(6), 882–894. <https://doi.org/10.1109/THMS.2016.2596099>
- Wollschlaeger, M., Sauter, T., & Jasperneite, J. (2017). The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 11(1), 17–27. <https://doi.org/10.1109/MIE.2017.2649104>

Aprendizaje basado en juegos con elementos de rol empleando RPG Maker MZ

Alicia Herrero-Debón^a, Dolors Roselló-Ferragud^a, Santiago Moll-López^a, José Antonio Moraño-Fernández^a, Marta Moraño-Ataz^b, Adolfo Nuñez-Pérez^c, Sara Sánchez-López^d, Luis Manuel Sánchez-Ruiz^a y Erika Vega-Fleitas^d

^a Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València {aherrero, drosello, sanmollp, jomofer, mailto:lmsr}@mat.upv.es.

^b Universidad CEU Cardenal Herrera, marta.mor.ataz@gmail.com.

^c Universitat Oberta de Catalunya, a2shate@gmail.com.

^d Universitat Politècnica de València, {ervefl, sasanlo}@upv.es.

Abstract

In this work, the influence of the introduction of role-playing game elements, such as the customization of the avatar and an adaptive level of difficulty, is studied to configure a game experience that is more adapted to the needs of the students. The opinions of the students on these elements are also presented.

Keywords: role-playing games, gamification, escape rooms, competencies.

Resumen

En este trabajo se estudia la influencia de la introducción de elementos de juego de rol, como la personalización del avatar y de un nivel de dificultad adaptativo, para configurar una experiencia de juego más adaptada a la necesidad de los estudiantes. Se presentan también las opiniones de los estudiantes sobre estos elementos.

Palabras clave: juegos de rol, gamificación, escape rooms, competencias.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El aprendizaje basado en juegos (GBL, por sus siglas en inglés) y los elementos de gamificación son cada vez más populares en el ámbito educativo. El aprendizaje a través de juegos ofrece a los estudiantes una experiencia de juego motivadora que se relaciona con el aspecto social de los juegos. Entre las principales consecuencias positivas destacan el fomento de emociones positivas y de la colaboración, la mejora en la asimilación de conceptos y la creación de un entorno atractivo y dinámico (Menon 2020, Moeller 2020). Este tipo de técnicas se pueden implementar de forma aislada, o en combinación con otras metodologías docentes para fortalecer las competencias y el conocimiento deseado. De hecho, la creación de juegos

educativos brinda la oportunidad de un enfoque mucho más interdisciplinario a la hora de plantear retos y problemas.

Estos elementos de gamificación y de GBL han sido inspirados en muchas ocasiones por la industria de los videojuegos. Actualmente, con el objetivo de evitar el abandono, los juegos dividen el comienzo en etapas de aprendizaje de dificultad muy baja, progresiva y adaptativa, que introducen los movimientos básicos y las técnicas necesarias para poder desarrollar el juego. Estos movimientos y técnicas básicas se presentan como pequeños retos que permiten desarrollar las competencias necesarias para pasar a la siguiente etapa del juego. De esta forma se suaviza la curva de aprendizaje. Una vez que el jugador ha superado estos retos, se considera que tiene las habilidades necesarias para poder empezar con retos más complicados.

Otra técnica muy interesante, sobre todo en los juegos de rol, es la personalización del avatar en el juego. Esta característica también se ha introducido en otros juegos de acción, de forma que el juego cambia en función de la elección principal del jugador, ya que las características del personaje elegido determinan la forma de enfrentarse a los problemas. Esta personalización del personaje antes de comenzar el juego ha demostrado ser muy atractiva, ya que tiene en cuenta las preferencias o habilidades de los jugadores. En los últimos juegos de rol/acción la personalización de las características de los personajes es una parte muy importante del diseño.

Estas técnicas, la incorporación de un nivel de dificultad progresivo y adaptativo y la personalización del avatar del juego, son elementos de gamificación que podrían incorporarse en el ámbito educativo cuando se aplican técnicas GBL, ya que pueden mejorar la motivación del alumno y ser más inclusivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas técnicas podrían llevarse a cabo mediante la personalización de las pruebas en función de un avatar que distinguiera entre diferentes competencias (experto en álgebra, experto en análisis, etc.) o entre tipos de inteligencia (Gardner, 1983).

Al comienzo de la actividad, o de diferentes actividades consecutivas, el estudiante debería elegir el perfil que más se ajustara a sus preferencias personales o a sus características y competencias, y posteriormente se enfrentaría a los problemas de las Escape Rooms Educativas (EER) digitales con problemas adaptados a ese perfil. El hecho de centrarse en problemas personalizados permite reforzar las competencias que el estudiante ha escogido y permite a los docentes conocer cuáles son aquellas que el estudiante considera menos desarrolladas. Se puede hacer una planificación de las actividades para reforzar también las características que no se han escogido, o emplear esta información para la generación de grupos de juego combinando ciertas características para mejorar la dinámica del grupo.

Con este trabajo se pretende evaluar la influencia de este tipo de técnicas en los elementos de juegos desarrollados tanto en juegos digitales educativos como en pequeñas escape rooms educativas digitales (dEERs) en la asignatura de Matemáticas I del Grado de Aeroespacial en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València. En este artículo se presentan, además, los elementos que se pueden integrar en la elaboración de juegos que se pueden emplear como elemento de gamificación en el ámbito educativo.

METODOLOGÍA

La implementación de dEERs, o de elementos de juego individuales, se ha realizado haciendo uso de la herramienta RPG Maker MZ (RPG Maker, 2022), que es un software diseñado para desarrollar videojuegos del tipo Role Playing Game (RPG). Este software ofrece una interfaz gráfica orientada a ofrecer todos los elementos necesarios para crear un RPG en dos dimensiones (Figura 1). La biblioteca de elementos digitales de RPG Maker aporta muchos elementos gráficos de forma predeterminada que pueden emplearse por los usuarios. Además, permite implementar código propio y crear plugins, para personalizar el juego con más opciones.

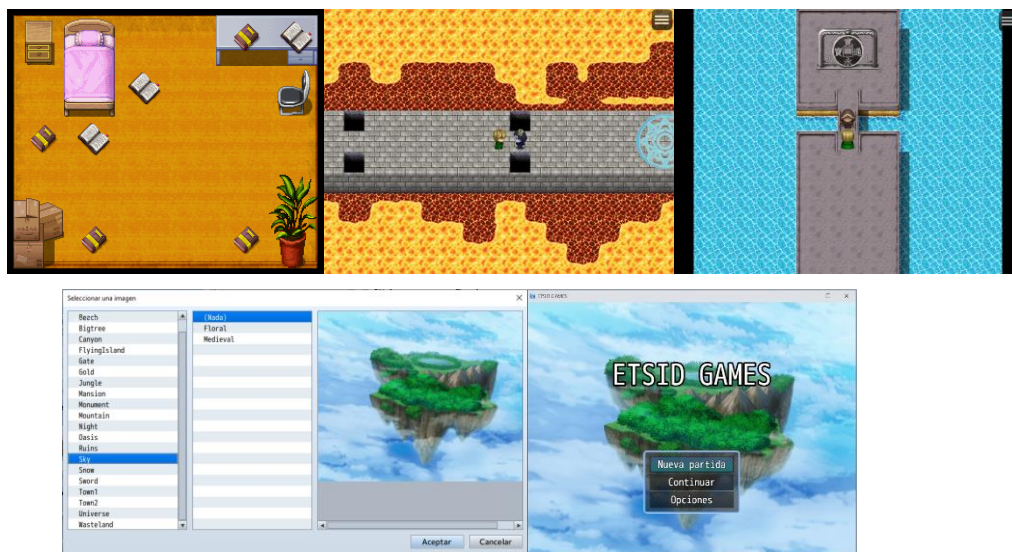


Fig. 1. Capturas de pantalla de un juego diseñado para una actividad en clase.

RPG Maker ofrece la posibilidad de implementar el juego en diferentes plataformas y sistemas operativos, lo que favorece su difusión. Además, los juegos creados en esta plataforma permiten su implementación en el entorno educativo de diferentes formas. Por una parte, se pueden crear para que los estudiantes, de forma individual, practiquen fuera del entorno de la universidad para complementar las actividades que se programan en una metodología flip-teaching o b-learning, o como elemento lúdico en clase, de forma individual o en grupos. Para esta última estrategia se diseñan varios juegos con los diferentes perfiles que eligen los estudiantes y la consecución de cada uno de los juegos permite encontrar una parte de la “llave” final, que termina el juego. En este caso, las pruebas requieren de la plataforma PoliformaT (que es la plataforma educativa que se emplea en la Universitat Politècnica de València, UPV) para unificar los resultados.

El mecanismo básico del juego es la resolución de acertijos que se pueden implementar mediante la interacción con personajes NPC (Non Playable Character) o con elementos de las plataformas. En la interacción, el personaje NPC plantea un reto o un acertijo que el jugador debe resolver para pasar la prueba. La naturaleza del acertijo o problema planteado puede variar en función de las competencias que se desee desarrollar o en función de los conceptos

que se desee reforzar. El cuadro de dialogo que se genera permite la introducción de texto, donde se planteará el acertijo (Figura 2).



Fig. 2. Ejemplo de interacción con personajes NPC. A la izquierda la interfaz para escribir el texto, a la derecha la visualización sobre el juego.

En la implementación del juego colaborativo, el jugador elige un personaje de los predefinidos por los creadores del juego. Esto permite al estudiante elegir entre varios perfiles que tendrán diferentes características. Estas características determinarán el tipo de pruebas a los que se enfrentará durante la actividad.



Fig. 3. Características de los personajes (fuente: biblioteca RPG Maker MZ).

Al superar las pruebas los personajes van aumentando su nivel (Figura 3). Esto puede ser un recurso motivador o bien una prueba más de la actividad (por ejemplo, superar pruebas hasta llegar a un nivel determinado).

Cada vez que un jugador se enfrenta a un reto, se puede guardar registro de los intentos empleados para su resolución por lo que, en caso de fallo, se puede implementar una ayuda para facilitar la resolución. El hecho que se guarde este registro permite gestionar las siguientes fases del juego del siguiente modo: si hay fallo se puede hacer al jugador realizar más pruebas relacionadas con esa prueba. Esto permitiría la detección de debilidades en el conocimiento o en ciertas competencias y ofrecer una forma de subsanarlas en forma de feedforward (Mínguez, 2022).

En lo referente a la obtención de las opiniones de los estudiantes, se realizó un cuestionario a los estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV, pertenecientes a la asignatura de Matemáticas I del curso académico 2021/2022. El cuestionario se realizó de manera digital a través de las plataformas Typeform y PoliformaT. El cuestionario consta de 10 preguntas con escalas de Likert de 5 niveles. El cuestionario era completamente anónimo y no obligatorio. Se utilizó una muestra de conveniencia para el propósito del presente estudio. El cuestionario fue completado por un total de 51 estudiantes. El análisis y tratamiento de los datos se realizó con el software SPSS. Se utilizó el software Excel para los gráficos derivados de los datos. El número reducido de estudiantes se debe a que los juegos están siendo implementados y se realizó el estudio sobre dos grupos pequeños de prueba.

RESULTADOS

El empleo de técnicas GBL tiene consecuencias positivas sobre el aprendizaje de los estudiantes. En la literatura se pueden encontrar diversos estudios sobre la mejora de la motivación, la concentración y la adquisición de conocimiento cuando se aplican estas técnicas. En este estudio se plantea la introducción de algunos elementos de los juegos de rol y se intenta evaluar si mejoran o no la motivación de los estudiantes y la adquisición de conocimiento.

La opinión de los estudiantes sobre si la elección del avatar y las pruebas a realizar mejora la motivación ha sido muy positiva: más del 78% de los estudiantes están de acuerdo con esta afirmación (ver Figura 4). A pesar de que la implementación de los juegos está en una fase inicial y se deben añadir muchas más vías de desarrollo en el juego, la opinión positiva parece indicar que es un elemento importante para los estudiantes.

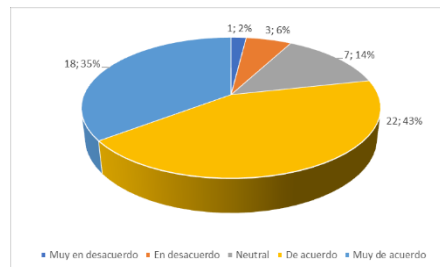


Fig. 4. Opinión de los estudiantes sobre si la selección de avatar mejora la motivación.

Los resultados relativos a si la dificultad adaptativa mejora la experiencia y la motivación no son tan positivos. Sólo el 20% está muy de acuerdo o de acuerdo con esta afirmación. La gran mayoría se pronuncia como neutral (aproximadamente el 50%) y aproximadamente un 30% está en desacuerdo o muy en desacuerdo. Cuando se ha preguntado a los estudiantes sobre estas opiniones, la mayoría responden que la experiencia de juego se ve afectada si las pruebas iniciales son demasiado retadoras, a pesar de que se les ofrezca una oportunidad para reevaluar la competencia o el conocimiento. La estrategia que los autores han pensado es incluir un plugin que cambie las preguntas a partir de las características elegidas por el estudiante en la elección del personaje sobre su nivel inicial de conocimientos, de forma que sean más progresivas durante el juego. Por último, en relación a la adquisición de conocimiento, los estudiantes opinan que el juego ha mejorado de forma significativa el conocimiento que tenían de la materia. Más del 66% están de acuerdo o muy de acuerdo en que el juego les ha ayudado en la adquisición de conocimiento, y sólo un 8% aproximadamente piensa que no les ha ayudado (Figura 5).

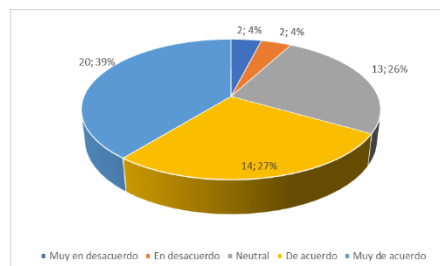


Fig. 5. Opinión de los estudiantes sobre si el juego mejora la adquisición de conocimiento.

CONCLUSIONES

El empleo de elementos de juego en el ámbito educativo está teniendo consecuencias positivas sobre el aprendizaje, la motivación y la generación de sentimientos positivos en los estudiantes.

El empleo de técnicas de caracterización de los avatares en los juegos digitales y un nivel de dificultad adaptativo son elementos que los jugadores encuentran motivadores. La personalización de la experiencia de juego parece ser importante a la hora de desarrollar actividades, no sólo desde el punto de vista de la motivación, sino desde el punto de vista de adquisición de conocimiento o desde el seguimiento de la evolución de los estudiantes.

El feedback que se puede obtener de los juegos puede ser interesante en el diseño de estrategias educativas y en la planificación de futuras actividades que refuercen las carencias detectadas.

AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia ha sido desarrollada gracias al proyecto PIME/21-22/284 financiado por la Universitat Politècnica de València, Convocatoria A + D, Proyectos de Innovación y Mejora Educativa.

REFERENCIAS

- Gardner, H. (1983). *Multiple intelligences*. Nueva York: Basic Books, 1983. ISBN 0-465-04768-8.
- Menon, D., Romero, M. (2020). Game mechanics supporting a learning and playful experience in educational escape games. *In Global Perspectives on Gameful and Playful Teaching and Learning. IGI Global*, 143-162.
- Mínguez-Aroca, F., Moll-López, S., Llobregat-Gómez, N, Sánchez-Ruiz, L. (2022). A Cuboid Registers Topic, Activity and Competency Data to Exude Feedforward and Continuous Assessment of Competencies. *Mathematics* 2022, 10(3), 415.
- Moeller, J., Brackett, M.A., Ivcevic, Z., White, A.E. (2020). High school students' feelings: discoveries from a large national survey and an experience sampling study. *Learn. InStruct.*, 66, 101301.
- Software RPG Maker MZ. (20 de mayo de 2022). <https://www.rpgmakerweb.com/products/rpg-maker-mz>

Favoreciendo las emociones positivas en el entorno de aprendizaje mediante escape rooms educativas

Vanesa Paula Cuenca-Gotor^a, Alicia Herrero-Debón^b, Dolors Roselló-Ferragud^b, Santiago Moll-López^b, Juan Antonio Monsoriu-Serra^a, José Antonio Morafío-Fernández^b, Marta Morafío-Ataz^c, Luis Manuel Sánchez-Ruiz^b y Erika Vega-Fleitas^d

^aDepartamento de Física Aplicada, ETSID, Universitat Politècnica de València {vacuego, jmonsori}@fis.upv.es, ^bDepartamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València {aherrero, drosetello, sanmollp, jomofer, lmsr}@mat.upv.es, ^cUniversidad CEU Cardenal Herrera, marta.mor.ataz@gmail.com, ^dUniversitat Politècnica de València, ervefl@upv.es.

Abstract

In this work, a study about a learning methodology using game-based techniques is presented. In the literature, several studies show that game-based learning creates a positive environment, which increases knowledge acquisition and skills development. In this study, the emotions and impact of these techniques on the students and their feelings towards these kinds of activities are analyzed.

Keywords: Game-based learning, escape rooms, gamification, positive feelings.

Resumen

En este trabajo se presenta un estudio sobre la realización de una metodología de enseñanza-aprendizaje reforzada con la técnica basada en el juego de escape rooms educativas. Este tipo de técnicas favorecen la creación de un entorno educativo positivo que aumenta la adquisición de conocimientos y el desarrollo de competencias. En este estudio se analizan las emociones y el impacto que este tipo de técnicas producen en los/las estudiantes y sus sentimientos hacia las actividades llevadas a cabo.

Palabras clave: Aprendizaje basado en juegos, escape rooms, gamificación, sentimientos positivos.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La creación de un entorno que favorezca el proceso de aprendizaje, la transmisión de conocimientos y el desarrollo de competencias es uno de los principales objetivos en el ámbito educativo. Estos entornos positivos de educación se pueden generar empleando diferentes metodologías educativas, como por ejemplo el blended learning (b-learning), en el que los estudiantes adquieren mayor control sobre el proceso de aprendizaje (Benta, 2015; Torrisi, 2013) y proporcionan más herramientas para gestionar su progreso o corregir deficiencias

cognitivas o se combinan con técnicas de evaluación que favorecen el feedforward (Cathcart, 2014; Sánchez Ruiz, 2021).

La introducción de elementos de gamificación en el aula, o técnicas de aprendizaje basado en juegos (Game-Based Learning, GBL), han proporcionado un aumento en las tasas de éxito, rendimiento y motivación y una mejora en la adquisición de conocimientos y en el desarrollo de competencias transversales y específicas (Menon, 2020). Al mismo tiempo, promueven la generación de un ambiente favorable en el que predominan las emociones situacionales y disposicionales positivas, fomentando la participación activa en la resolución de problemas (Warmelink, 2020). De hecho, se ha demostrado que favorecen una mayor concentración, la alegría y el entusiasmo por el aprendizaje, lo que genera un impacto significativo en el aprendizaje, la motivación y el procesamiento de la información. Cabe destacar que las técnicas GBL también pueden generar emociones negativas, como frustración cuando los objetivos son difíciles de alcanzar, pero incluso en estas situaciones, los sentimientos negativos generados se han correlacionado con mejores resultados en el aprendizaje (Shute, 2015).

En general, los sentimientos juegan un papel esencial en el bienestar psicológico de los estudiantes, afectando significativamente en muchos aspectos de su vida académica. Se ha demostrado que los sentimientos positivos están asociados con la atención, la concentración, el compromiso y la perseverancia de los estudiantes en las actividades de aprendizaje y se relacionan positivamente con el rendimiento académico (Moeller, 2020), mejorando los resultados educativos y la resiliencia de los estudiantes. Por el contrario, las emociones negativas situacionales y disposicionales reducen en general las capacidades de aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes (Moeller, 2020). El objetivo es, por tanto, promover un entorno emocional positivo en el que el proceso de aprendizaje sea más atractivo e integrador, fomentando una actitud positiva hacia el proceso educativo, no solo participando en este proceso sino extendiéndolo a un entorno fuera del aula.

De entre los elementos de gamificación, las Escape Rooms Educativas (EERs) han despertado el interés de la comunidad educativa ya que pueden ser aplicadas en una amplia gama de contextos académicos. Las EER son actividades centradas en el estudiante, basadas en problemas y, por lo general, de tiempo limitado en las que el propósito es resolver acertijos y pruebas para escapar de una habitación cerrada. Las EER son capaces de promover el proceso de aprendizaje de los estudiantes y potenciar el desarrollo de competencias transversales, como el trabajo en equipo, el pensamiento lateral y crítico, la comunicación, el trabajo bajo presión, etc. Las EERs se basan en implementar una temática y una narrativa que sirva como hilo conductor de la actividad. Se pueden encontrar en la literatura aplicaciones interesantes de EERs en el contexto educativo, la mayoría de ellas desarrolladas en educación superior. Las experiencias *in situ* potencian la positividad de estas actividades y fortalecen las competencias que se pretenden desarrollar. Una alternativa para evitar los problemas relacionados con la creación de un EER *in situ* es diseñar un EER virtual o digital (dEERs) a través de aplicaciones informáticas, que se pueden adaptar fácilmente a la infraestructura con la que cuentan las universidades en la actualidad.

Este artículo se centra en las percepciones y sentimientos que genera la realización de dEERs en los estudiantes. Para ello se crearon diferentes dEERs como herramientas para intentar mejorar la motivación de los estudiantes y el desarrollo de competencias específicas y

transversales. Como hemos comentado, el objetivo principal de este estudio es estudiar la influencia de las dEERs en las emociones de los estudiantes, y si la generación de un entorno de emociones positivas mejora la motivación y la asimilación de contenido.

METODOLOGÍA

Una vez generadas las dEERs, la recogida de resultados y el estudio de los sentimientos generados durante la realización de las dEERs por parte de los/las estudiantes, y como principal método de investigación, se llevó a cabo mediante un cuestionario a los estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) que participaron en estas actividades. El cuestionario se realizó de manera digital a través de la plataforma Typeform y PoliformaT, y constaba de 20 preguntas, la mayoría de ellas con escalas de Likert de 5 niveles. El cuestionario era completamente anónimo y no obligatorio. Se utilizó una muestra de conveniencia para el propósito del presente estudio, ya que los encuestados estuvieron disponibles durante los cursos académicos 2020/21 y 2021/22. El cuestionario fue completado por un total de 58 estudiantes de la asignatura Matemáticas I del Grado en Ingeniería Aeroespacial, con edades entre 18 y 19 años. Posteriormente, el análisis y tratamiento de los datos se realizó con el software SPSS y con Excel, este último para la presentación gráfica de los datos obtenidos y del análisis de los mismos.

RESULTADOS

En las encuestas realizadas, los/las estudiantes debían nombrar el sentimiento predominante que experimentaron durante la realización de las dEERs: alegría, nerviosismo, diversión... Además, con el objetivo de evaluar la intensidad del sentimiento descrito, se pidió a los estudiantes que calificaran la intensidad de dicho sentimiento del uno al diez. La intensidad, así como las emociones, son difíciles de medir, por lo que se debe considerar que la valoración de los sentimientos de los/las alumnos/as es completamente subjetiva, pero al mismo tiempo, indicadora de su propia satisfacción al respecto. Cabe señalar que el hecho de encuestar a los estudiantes después de la realización de la actividad puede afectar la respuesta, ya que el sentimiento que evalúan puede deberse más al resultado de la actividad que a la actividad en sí misma.

La Tabla 1 muestra los sentimientos que los estudiantes mencionaron, y la media y desviación típica de las intensidades de cada uno de ellos. El sentimiento más común ha sido la motivación con un 19.2% de incidencia, seguido de la alegría con un 12.4%, nerviosismo con un 7.6% y el estrés con un 7.2%. Los porcentajes entre las respuestas de hombres y mujeres no son significativamente diferentes (p -valor < 0.05).

Tabla 1. Sentimientos durante la dEERs.

Sentimiento	Porcentaje	Media	Desv. Típica
Motivado	19.2%	8.30	1.25
Alegre	12.4%	8.15	1.10
Nervioso	7.6%	8.05	1.24
Estresado	7.2%	7.20	1.42

Calmado	6.5%	8.00	1.92
Abrumado	6.2%	6.25	1.85
Satisfecho	5.4%	8.35	1.03
Agradecido	5.1%	7.74	0.45
Preocupado	4.7%	6.50	1.32
Divertido	4.6%	8.20	0.84
Ansioso	4.2%	8.00	1.52
Aburrido	4.2%	7.32	1.00
Confiado	3.8%	6.25	1.74
Decepcionado	2.4%	5.35	1.15
Emocionado	2.3%	8.20	1.10
Optimista	2.1%	7.93	0.87

Entre los diferentes sentimientos expresados por los/las estudiantes, hay nueve que se pueden considerar positivos (Motivado, Alegre, Calmado, Satisfecho, Agradecido, Divertido, Confiado, Emocionado, Optimista), y 7 que se pueden considerar negativos (Nervioso, Estresado, Abrumado, Preocupado, Ansioso, Aburrido, Decepcionado). La incertidumbre que se genera al realizar una actividad en la que se van a poner a prueba los conocimientos de los estudiantes genera una sensación de alerta y estrés en algunos estudiantes que pueden ser los causantes del estado de estrés o preocupación en los estudiantes.

En el cuestionario se preguntó a los estudiantes si consideraban este tipo de actividades beneficiosas para reforzar los conocimientos aprendidos en las sesiones de teoría o como refuerzo a una metodología b-learning. Las respuestas fueron mayoritariamente positivas, ya que el 27% de las respuestas mostraron estar muy de acuerdo, el 40% de acuerdo y solo el 16% muy en desacuerdo o en desacuerdo. Un 17% se mostró neutral en esta afirmación.

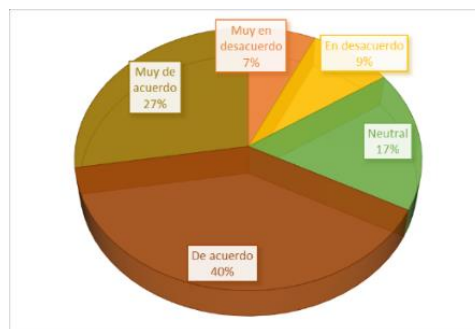


Fig. 1. Beneficio de las EERs sobre el refuerzo de conocimientos.

A continuación, se analizaron algunas de las competencias transversales empleadas en el desarrollo de las dEERs para evaluar su impacto tanto en la adquisición de conocimientos y habilidades como en la generación de sentimientos positivos. El primer elemento evaluado

fue el trabajo en equipo. En primer lugar, se preguntó a los estudiantes si estaban de acuerdo con la afirmación de que el trabajo en equipo mejoraba la adquisición de conocimiento. Las respuestas (Figura 2, izquierda) muestran que un porcentaje muy alto de estudiantes piensan que el trabajo en equipo ha sido beneficioso para la adquisición de conocimiento.

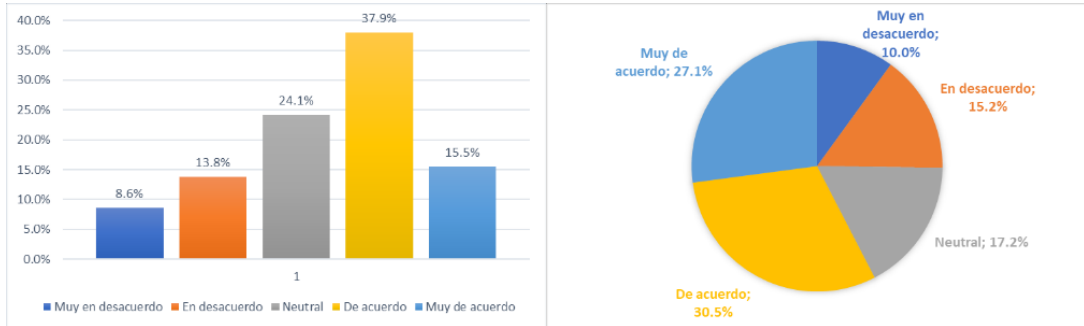


Fig. 2. Impacto del trabajo en equipo sobre la adquisición de conocimiento (izquierda) y sobre la generación de sentimientos positivos (derecha).

También se preguntó a los estudiantes si creían que el trabajo en equipo mejoraba la generación de sentimientos positivos durante la actividad. Las respuestas fueron también positivas, ya que la mayoría piensa que trabajar en equipo les permite interactuar activamente con sus compañeros y compartir dudas y soluciones (Figura 2, derecha).

La ambientación y la narrativa es fundamental en el desarrollo de las dEERs y encontrar un tema atractivo que promueva la participación es fundamental para crear un entorno positivo de juego. Aunque las temáticas utilizadas han sido diferentes en las distintas dEERs, también se planteó en este estudio analizar el impacto de la narración en la creación de un ambiente motivador. Para ello, se incluyeron preguntas relacionadas con este aspecto en el cuestionario. En la Figura 3 (izquierda) se presentan los resultados obtenidos sobre si la narración ha favorecido y fomentado su motivación. Se puede ver que más del 60% está muy de acuerdo en que la narración los motivó, y que más del 26% está de acuerdo.

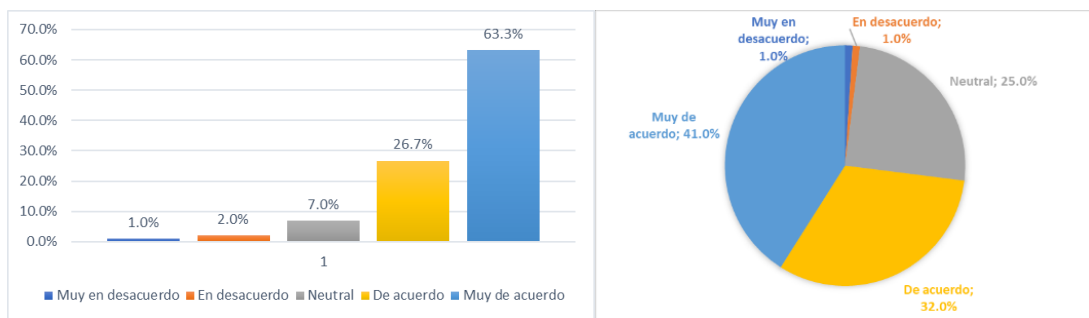


Fig. 3. Impacto de la narrativa de las EERs sobre la motivación (izquierda) y sobre la generación de sentimientos positivos (derecha).

Los estudiantes también fueron encuestados sobre si creían que la narración en las EER favorecía la creación de un ambiente de sentimientos positivos. Las respuestas muestran que un 32% está de acuerdo, el 41% está muy de acuerdo y solo un 2% está en desacuerdo o en muy desacuerdo. Estos resultados se muestran en la Figura 3 (derecha).

CONCLUSIONES

El éxito de las actividades GBL, como las dEERs, se basa en la gran cantidad de emociones positivas que experimentan los estudiantes cuando participan (alegría, interés), favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se ha comprobado en la literatura que, a mayor desarrollo emocional positivo, mejores calificaciones académicas se obtienen y mayor motivación del estudiante. De hecho, la adquisición de conceptos científicos complicados mejora significativamente cuando se introducen a través de experiencias recreativas.

Este artículo presenta los resultados obtenidos al estudiar los sentimientos generados durante la participación en estas actividades. Una de las consecuencias principales observadas a partir de este estudio es la mejora de la motivación en los estudiantes durante la realización de estas actividades. Destaca que este sentimiento ha sido mencionado por aproximadamente el 20% de los estudiantes, seguido de alegría, mencionado por el 12.4% de los encuestados.

En lo referente a la competencia transversal de trabajo en equipo, la percepción de los estudiantes es que el desarrollo de la actividad favorece la asimilación de conceptos y facilita la generación de un entorno de emociones positivas.

AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia ha sido desarrollada gracias al proyecto PIME/21-22/284 financiado por la Universitat Politècnica de València, Convocatoria A + D, Proyectos de Innovación y Mejora Educativa.

REFERENCES

- Benta, D., Bologna, G., Dzitac, S., Dzitac, I. (2015). University Level Learning and Teaching via E-Learning Platforms. *Procedia Comput. Sci.*, 55, 1366-1373.
- Cathcart, A., Greer, D., Neale, L. (2014). Learner-focused evaluation cycles: facilitating learning using feedforward, concurrent and feedback evaluation, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 39(7), 790-802.
- Menon, D., Romero, M. (2020). Game mechanics supporting a learning and playful experience in educational escape games. *In Global Perspectives on Gameful and Playful Teaching and Learning. IGI Global*, 143-162.
- Moeller, J., Brackett, M.A., Ivcevic, Z., White, A.E. (2020). High school students' feelings: discoveries from a large national survey and an experience sampling study. *Learn. InStruct.*, 66, 101301.
- Sánchez Ruiz, L.M., Moll-López, S. Moraño-Fernández, J.A., Llobregat-Gómez, N. (2021). B-Learning and Technology: Enablers for University Education Resilience. An Experience Case under COVID-19 in Spain. *Sustainability*, 13(6), 3532.
- Shute, V.J., D'Mello, S., Baker, R., Cho, K., Bosch, N. et al. (2015). Modeling how incoming knowledge, persistence, affective states, and in-game progress influence student learning from an educational game. *Computers & Education*, 86, 224-235.
- Torrisi-Steele, G., Drew, S. (2013). The literature landscape of blended learning in higher education: The need for better understanding of academic blended practice. *Int. J. Acad. Dev.*, 18, 371-383.
- Warmelink, H., Koivisto, J., Mayer, I., Vesa, M., Hamari, J. (2020). Gamification of production and logistics operations: status quo and future directions. *J. Bus. Res.*, 106, 331-340.

Laboratorios virtuales como herramienta docente aplicada a prácticas de Microscopía Óptica y Ensayos de Dureza

M^a Ángeles Castro Sastre^a, Sara Giganto Fernández^a, Pablo Rodríguez González^a, Susana Martínez Pellitero^a y María Inmaculada González Alonso^b

^aÁrea de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, Departamento de Ingenierías Mecánica, Informática y Aeroespacial, Universidad de León, Campus de Vegazana, 24071, León, España (macass@unileon.es, sgif@unileon.es, pablo@unileon.es, smarp@unileon.es) y ^bÁrea de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Sistemas y Automática, Universidad de León, Campus de Vegazana, 24071, León, España (inmaculada.gonzalez@unileon.es).

Abstract

Carrying out laboratory practices is fundamental to consolidate the theoretical concepts acquired. However, the availability of equipment is limited. Today, new technologies can fill this gap. We present an analysis of the contributions that virtual laboratories can offer. The data obtained highlight the importance of this tool. Likewise, the relevance of self-assessment for improving the academic performance of students is highlighted.

Keywords: Teaching, Virtual laboratory, Self-Assessment, Materials.

Resumen

La realización de prácticas de laboratorio es fundamental para consolidar los conceptos teóricos adquiridos. Sin embargo, la disponibilidad de equipos es limitada. A día de hoy, las nuevas tecnologías pueden suplir esta carencia. Presentamos un análisis de las aportaciones que pueden ofrecer los laboratorios virtuales. Los datos obtenidos ponen de relieve la importancia de esta herramienta. Asimismo, es relevante la autoevaluación para la mejora del rendimiento académico de los estudiantes.

Palabras clave: Educación, Laboratorio Virtual, Autoevaluación, Materiales.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Las clases prácticas de laboratorio permiten que los estudiantes realicen actividades de formación aplicando los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. Estas actividades supervisadas hacen que los estudiantes pongan en práctica una serie de habilidades propias de la materia objeto de estudio. En otros términos, las prácticas de laboratorio son un método de enseñanza práctico y activo que permite a los estudiantes entrar en contacto con los materiales y equipos empleados en situaciones reales. Tradicionalmente, la realización y el contenido de estas clases prácticas estaba fuertemente condicionado por los instrumentos y

equipos disponibles en el laboratorio. Sin embargo, en la actualidad, es posible evitar esta limitación mediante el uso de nuevas tecnologías (Sáez-Hernández, 2021).

El empleo de nuevas tecnologías constituye una herramienta importante para la docencia, permitiendo mejorar el rendimiento del proceso educativo y la capacidad de autoaprendizaje de los estudiantes. En particular, la generación de laboratorios virtuales o aplicaciones interactivas es un recurso didáctico fructífero que permite transferir contenidos a los estudiantes de forma directa. Varios docentes han implementado este recurso en sus prácticas de laboratorio en diferentes campos de estudio como: química (García-Salgado, 2018), informática (Pérez-Trabado, 2021), electrónica (Justo, 2021), sanidad (Coronado, 2021), botánica (Martín, 2021), etc. A pesar de su principal limitación (los estudiantes no manejan los equipos e instrumentos reales), los laboratorios virtuales presentan importantes ventajas:

- Permiten la realización individual de la práctica: En muchas ocasiones los materiales y equipos de los laboratorios son limitados, lo que impide que los estudiantes puedan realizar la práctica de forma individual por sí mismo.
- Permiten reducir costes: Muchos materiales y equipos de laboratorio empleados en la realización de diferentes ensayos y análisis experimentales son de elevado coste.
- Aumentan la disponibilidad: Se pueden utilizar desde cualquier lugar y en cualquier momento.
- Permiten accesibilidad para todo tipo de estudiantes.
- Aumentan la seguridad: Suponen una alternativa adecuada para la sustitución de las prácticas de laboratorio que presentan cierta peligrosidad.
- Evitan daños en los equipos de laboratorio debido a su mal uso.

En el presente contexto, el objetivo de este trabajo es presentar dos laboratorios virtuales y su potencial de aplicación como herramientas de aprendizaje del contenido práctico. La utilización de estos recursos remotos es motivada fundamentalmente por los limitados equipos disponibles en los laboratorios para la realización de las prácticas experimentales de Microscopía Óptica y Ensayos de Dureza impartidas en diferentes asignaturas de los grados de Ingeniería Aeroespacial (GIA), Ingeniería Mecánica (GIM), Ingeniería Eléctrica (GIE) e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (GIEIA) de la Universidad de León (ULE). En particular, se dispone de un microscopio óptico y un equipo de dureza para el desarrollo de dichas prácticas de laboratorio en grupos formados por unos 25 estudiantes. La realización de las prácticas mediante los laboratorios virtuales permite que los estudiantes desarrollen las actividades propuestas de forma activa y autónoma, lo que podría mejorar la comprensión de los contenidos de aprendizaje. Por consiguiente, en este trabajo se analizan, mediante la realización de encuestas y test de evaluación, las ventajas e inconvenientes de la utilización del laboratorio virtual frente a la práctica de laboratorio tradicional.

METODOLOGÍA

La metodología seguida en el presente trabajo consiste en la evaluación y comparación de la realización mediante laboratorio virtual y físico de las prácticas de Microscopía Óptica y Ensayos de Dureza impartidas en las asignaturas de Ciencia, Ingeniería y Tecnología de los

materiales impartidas en los grados anteriormente citados en la Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial (EIIIA) de la ULE. Para ello, se ha realizado un estudio ex post facto cuantitativo que analiza las competencias adquiridas por 210 estudiantes tras la realización de las prácticas de laboratorio en las dos modalidades (virtual y física). También se realiza una encuesta para conocer la percepción de los estudiantes ante estas dos modalidades de aprendizaje.

La realización de las prácticas de forma física en los laboratorios consiste en la explicación teórica y la realización práctica por parte del docente de los procedimientos de análisis con el microscopio óptico y los ensayos de dureza utilizando los materiales y equipos necesarios para su correcto desarrollo. Los estudiantes participan de forma activa en la visualización mediante el microscopio de diferentes muestras y la realización del ensayo de dureza (algunos de los estudiantes, ya que se realizan pocos ensayos a modo de ejemplo para que dé tiempo a completar la práctica).

La realización de las prácticas de laboratorio de forma virtual consiste en el aprendizaje autónomo de los estudiantes guiados por el docente a través de las diferentes partes de los recursos virtuales. Ambos laboratorios virtuales, tanto el de Microscopía Óptica Fig. 1(a) como el de Ensayos de Dureza Fig. 1(b), constan de una parte teórica donde se exponen los contenidos de los equipos (imágenes y vídeos que detallan sus partes) y los procedimientos (siguiendo las normas internacionales), una parte práctica donde el estudiante realiza de forma virtual los ensayos y procedimientos de análisis de forma autónoma, y una parte de autoevaluación donde se plantean ejercicios relativos al contenido de aprendizaje de la práctica en cuestión.



La evaluación de ambas modalidades se realiza mediante un cuestionario en la plataforma Moodle de la asignatura. Una vez que todos los grupos hayan realizado la práctica, el cuestionario estará activo para los alumnos. El cuestionario es una de las actividades de evaluación continua, y es opcional. La calificación obtenida en dicho proceso permite completar la del examen final. En el caso de las prácticas que se exponen en este artículo, el porcentaje asignado para cada una de ellas es de 1,5%.

RESULTADOS

Los resultados del test se trataron de forma conjunta para todos los grados. De los 210 estudiantes 88 respondieron al mismo, siendo los alumnos en el GIE y GIA los más

participativos, seguidos de los alumnos en GIEIA, y finalmente los alumnos en el GIM. A continuación, se discuten y explican los resultados de las respuestas de los alumnos sobre distintos aspectos de los laboratorios virtuales.

La posibilidad de sustituir las prácticas presenciales por los laboratorios virtuales varió en función de si habían asistido a ambas modalidades o solo a las prácticas en el laboratorio virtual. De los 88 alumnos que respondieron, solo 24 han asistido a las dos modalidades, de ellos un 35% prefieren realizar las experiencias en laboratorios físicos frente a los virtuales, a un 25 % opinan lo contrario y el restante 40% indica que prefiere el formato virtual, solo en el caso de situación especial en la que se suspenda la docencia presencial, como sucedió con el Covid-19. Los alumnos que han preferido los laboratorios físicos pertenecen al grado de menor número de estudiantes y que, por tanto, no es tan evidente la falta de recursos físicos, ya que, todos ellos pueden acceder al manejo de los equipos.

Se realizó un cuestionario de 4 preguntas que midió distintos aspectos mediante una escala de valoración de 5 puntos, siendo 1 nada satisfecho y 5 muy satisfecho, tabla 1. Los estudiantes observan una buena utilidad formativa (cuestión 1) en la implementación de los entornos virtuales, no llegando a ser totalmente satisfactoria. En cuanto al aspecto intuitivo de la aplicación (cuestión 2) los alumnos reflejan posiciones predominantes que van desde el satisfecho (3) al muy satisfecho (5). Por tanto, el diseño y dimensionado del entorno es correcto, pudiendo realizarse posteriores mejoras.

Tabla 1. Resultados del cuestionario realizado a los estudiantes. (5: Muy satisfecho; 1: Nada satisfecho;)

Cuestiones	5	4	3	2	1
Valora si te han parecido o no formativas las prácticas de dureza y microscopía realizadas Online	3,70%	40,70%	44%	9,30%	1,90%
¿Te ha resultado intuitivo y fácil el manejo de estas dos prácticas virtuales?	30,40%	29,10%	37,96%	1,27%	1,27%
Valora la opción de realizar la práctica tantas veces como quieras y en el momento más adecuado para ti	41,25%	40%	17,50%	1,25%	0%
Este tipo de prácticas tienen ejercicios de autoevaluación. Valora su presencia de cara a tu aprendizaje	22,70%	45,50%	21,60%	5,70%	4,50%

La valoración general, sobre la utilización de los laboratorios virtuales como herramienta de apoyo a la docencia presencial en el laboratorio, ha sido positiva. Este instrumento facilita que la práctica sea realizada en el momento que se quiera y tantas veces como se desee. Esto hace que los estudiantes, en un 80%, se muestren satisfechos ante dicha opción (cuestión 3).

Además, los estudiantes valoran positivamente el hecho de que en los talleres virtuales exista una sección, en la cual realizar ejercicios de autoevaluación y que les permite desarrollar distintas actividades asociadas a cada práctica (cuestión 4).

Los datos recogidos sobre el grado de utilización de los laboratorios virtuales en ausencia del profesor (tabla 2) indican que el 75,74% de los alumnos han repetido en alguna ocasión, entre 1, 2 o más de dos veces, mientras que 24,26% no ha vuelto a realizar la práctica, a pesar de tener acceso a la misma.

En cuanto a los ejercicios de autoevaluación, el 50% de los alumnos indican, que tras realizar la práctica y antes de resolver el cuestionario, han realizado más de dos veces los ejercicios de autoevaluación.

Tabla 2. Resultados cuestionario del uso autónomo de la aplicación

Cuestiones	0	1	2	+ de 2
¿Cuántas veces has repetido alguna de las prácticas, sin tener en cuenta el día con el profesor?	24,26%	27,14%	34%	14,30%
¿Cuántas veces has repetido los ejercicios de autoevaluación después de realizar la práctica, y antes de resolver el cuestionario de evaluación de dicha práctica en el Moodle?	6,26%	17,14%	29,30%	47,30%

Esta metodología de apoyo, laboratorio virtual y ejercicios de autoevaluación, ha hecho que se incremente notablemente la participación de los alumnos, así como su rendimiento.

En las figuras 2 y 3 se recogen las calificaciones que han obtenido los alumnos de uno de los grados relativa a la práctica de ensayo de dureza. Si comparamos las calificaciones obtenidas por los alumnos en el último año que se realizaron las prácticas de forma presencial, Fig. 3, puede apreciarse que solo 4 de los 60 alumnos obtuvieron la mayor nota, sin embargo, en el formato virtual 13 de los 58 alumnos que realizaron las prácticas alcanzaron la máxima puntuación. En general las calificaciones fueron superiores cuando los alumnos tuvieron el apoyo de los laboratorios virtuales, debido seguramente al soporte de la autoevaluación. Por tanto, se podría decir que la implantación de la autoevaluación mediante entornos virtuales es perfectamente factible en las pruebas, y permite una mejora en los resultados académicos y, por tanto, en el entendimiento y adquisición de los contenidos por parte de los alumnos.

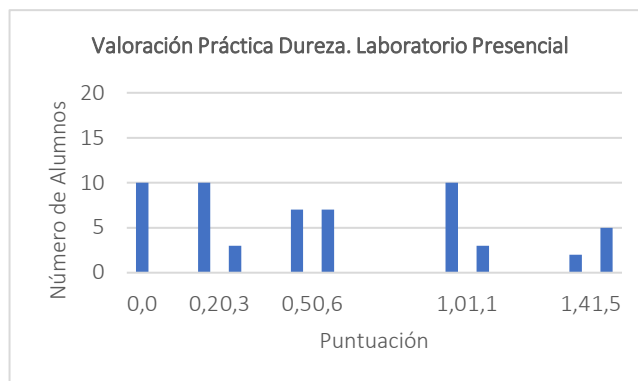


Fig. 2. Calificaciones de los alumnos en el cuestionario relativo a la práctica de dureza en formato presencial

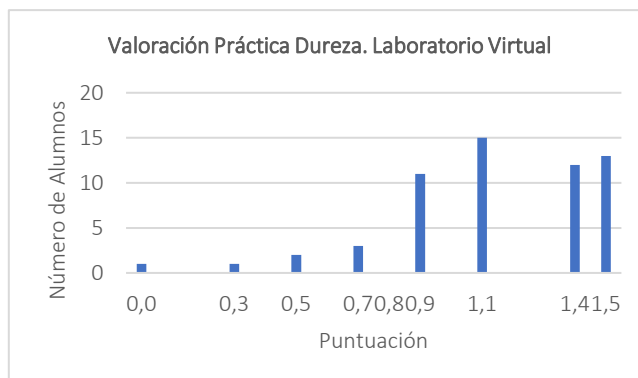


Fig. 3. Calificaciones de los alumnos en el cuestionario relativo a la práctica de dureza en formato virtual

Finalmente, se les pregunta a los alumnos si sería conveniente realizar laboratorios virtuales en otras prácticas. El 85% indican que además de otras prácticas de la asignatura como Ensayo de Jominy, les gustaría tener el soporte digital en algunos de los seminarios que se imparten en las asignaturas de materiales, como por ejemplo en el seminario de tracción.

CONCLUSIONES

El trabajo experimental es una parte fundamental de algunas disciplinas, como los estudios de ingeniería. Uno de los obstáculos, percibidos por los profesores, es la falta de recursos en los laboratorios físicos, por tanto, se ha presentado como una posible vía la incorporación al trabajo experimental con laboratorios virtuales. Las conclusiones a las que se han llegado, tras llevar al aula dichos laboratorios, es que aportan nuevos enfoques para trabajar los contenidos de las prácticas de dureza y microscopía óptica, y que solventan algunos de los problemas que presenta el trabajo en el laboratorio tradicional.

Además, hemos constatado el beneficio que en el rendimiento académico del estudiante tienes la evaluación formativa, en este caso realizada mediante los test de autoevaluación.

Como trabajo futuro, nos planteamos la transferencia de esta experiencia a otras prácticas de la asignatura, tal como de forma mayoritaria, los estudiantes han solicitado, e incluso hacia otras asignaturas de diferentes especialidades.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado en el marco del Grupo de Innovación Docente (GID): Ingeniería de los Procesos de Fabricación (IPF) de la ULE y ha sido financiado por la Escuela de Formación Docente de la ULE.

REFERENCIAS

- Coronado, C. (2021). Creando un laboratorio virtual para dos asignaturas básicas en grados de Enfermería y Podología. En J. A. García (Ed.), *Contextos universitarios transformadores: a nova normalidade académica. Leccións aprendidas e retos de futuro. V Xornadas de Innovación Docente* (pp. 95-106).
- García-Salgado, S., y Torralba, R. (2018). Capítulo 24. Laboratorios virtuales: recurso didáctico aplicado a prácticas experimentales de análisis químico. En J. F. Durán e I. Durán (Eds.), *TIC actualizadas para una nueva docencia universitaria* (pp. 271-287). McGraw-Hill.
- Justo, J. P., García, R. A., Toledo, D. L., Paucar, P. O., y Manrique, M. M. (2021). Diseño de calculadora en MatLab para evaluar máquinas eléctricas estáticas en Laboratorio Virtual. *Perfiles de Ingeniería*, 17(17), 55-65. https://doi.org/10.31381/perfiles_ingenieria.v17i17.4576
- Martín, C. P., Villalba, M. B. C., Azorín, M. M., Alonso-Vargas, M. Á., García, J. L. V., Botella, J. P., y López, A. F. C. (2021). Adaptación de prácticas de laboratorio de Botánica a docencia on line. En Memorias del Programa de Redes-IBCE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria: Convocatoria 2020-21 (pp. 1323-1340). Universitat d'Alacant/Universidad de Alicante.
- Sáez-Hernández, R., Antela, K. U., y Adam-Cervera, I. (2021). Capítulo 9. Laboratorios virtuales como estrategia e-learning. En C. Romero y O. Buzón (Eds.), *Innovación e investigación docente en educación: experiencias prácticas* (pp. 182-212). Dykinson.
- Pérez-Trabado, G., y Gutiérrez-Carrasco, E. D. (2021). CodSim 2.0: Un Laboratorio Virtual para la Enseñanza de las Codificaciones de Datos.

Los sensores de los dispositivos móviles: una herramienta innovadora en la enseñanza de las ciencias físicas

Martín Monteiro^a, Cecilia Stari^b y Arturo C. Marti^b

^aUniversidad ORT Uruguay, Montevideo, Uruguay y ^bInstituto de Física, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, marti@fisica.edu.uy.

Abstract

We show how builtin sensors in mobile devices can be used as portable laboratories at the service of teaching experimental sciences, especially physics, in the last years of high school and first years of university. We describe experiments that previously required expensive apparatus or were not feasible in teaching laboratories. Finally, we discuss some perspectives about the use of sensors in the physics teaching.

Keywords: mobile devices, sensors, smartphones, physics teaching.

Resumen

Mostramos como los sensores incorporados en dispositivos móviles pueden ser utilizados como laboratorios portátiles al servicio de la enseñanza de las ciencias experimentales, especialmente de la física, en los últimos años de la educación media y los primeros de la universitaria. Describimos experimentos que antes requerían costosos aparatos o que no eran factibles en laboratorios de enseñanza. Finalmente, discutimos algunas perspectivas del uso de los sensores en la enseñanza de la física.

Palabras clave: dispositivos móviles, sensores, teléfonos inteligentes.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los teléfonos inteligentes se popularizaron notablemente en los últimos años. Actualmente su uso trasciende considerablemente el propósito original de hablar con un interlocutor distante. De hecho, cada día es más frecuente utilizar dispositivos móviles como relojes, cámaras, agendas, reproductores de música o GPS. Resulta destacable el hábito presente en todos los estratos sociales, pero especialmente llamativo entre los jóvenes, de llevar sus teléfonos inteligentes todo el tiempo y a todas partes. El conocido portal *statistia.com* estima en base a fuentes confiables, en todo el mundo, más de 1.500 millones celulares inteligentes fueron vendidos a usuarios finales durante el año 2021.

Una característica de los teléfonos inteligentes no siempre es conocida por los usuarios es la incorporación de varios sensores, entre ellos el acelerómetro, el sensor de velocidad angular, el magnetómetro, el sensor de proximidad o el de presión. Estos sensores facilitan la experiencia de los usuarios en diversos sentidos, por ejemplo, desactivando la pantalla táctil para evitar acciones no deseadas, regulando el brillo de la pantalla para adaptarse a las condiciones de iluminación ambiente, o habilitando comando gestuales como sacudir el

dispositivo para realizar rápidamente algunas acciones. A pesar que entre el propósito de los fabricantes no es hacer experimentos de física, es posible reinventar el uso de estos dispositivos y ponerlos al servicio de la enseñanza de las ciencias físicas.

Los sensores de los dispositivos móviles permiten experimentar obteniendo mediciones reales de diversos fenómenos físicos. Es posible medir aceleración, velocidad angular, campo magnético, presión, sonido, entre muchas otras magnitudes, especialmente en laboratorios de secundaria o pregrado. Sin embargo, gracias a su portabilidad los experimentos con teléfonos inteligentes se pueden realizar fácilmente en ubicaciones no tradicionales como parques infantiles, instalaciones deportivas o medios de transporte (véase la columna *iPhysicsLab* publicada por *The Physics Teacher* o también la reciente revisión, Monteiro, 2022). En términos generales, los dispositivos móviles permiten dos formas de trabajo, una, en el propio dispositivo y otra como *data logger*, transfiriendo la información a un ordenador tradicional o trabajando en la nube. En la Tabla 1 se enumeran los sensores más frecuentes en la actualidad junto con sus principales características.

En los últimos años se han propuesto numerosos experimentos de física basados en los dispositivos móviles. El número de estos trabajos creció en forma explosiva desde la aparición de los primeros teléfonos inteligentes en la década del 2000. En la figura 1 recopilamos la cantidad de trabajos publicados, de acuerdo al conocido portal Scopus, en revistas de ciencias físicas e ingenierías que contienen términos relacionados con este trabajo en el título, resumen y palabras claves. Estos experimentos abarcan todas las áreas de la física, desde mecánica clásica hasta física moderna.

El objetivo de este trabajo es mostrar cómo es posible utilizar los sensores de los dispositivos móviles en la experimentación de física. La utilización de estos dispositivos cobró especial importancia durante la pandemia de covid que obligó a replantear las metodologías en un ámbito global (O'Brien, 2021). Estas transformaciones no implican solamente un cambio en los instrumentos sino que apunta a diseñar y promover estrategias de enseñanza y de aprendizaje activo. Buscamos cambiar el rol de la enseñanza y otorgar un papel fundamental al estudiante, dejando de ser un receptor pasivo del conocimiento e involucrándose en las actividades en el aula.

Tabla 1. Sensores más frecuentes en los dispositivos móviles actuales y sus características. Se entiende por pseudosensor un dispositivo que incorpora información de varios sensores y por medio de un procesamiento provee una nueva magnitud.

Sensor	Propósito básico	Cantidad	Magnitud física
Acelerómetro	Rotar pantalla, detectar movimiento	Vector	Aceleración
Giroscopio	Determinar orientación del dispositivo	Vector	Velocidad angular
Micrófono	Comunicación	escalar	Sonido
Cámara	Obtener vídeos, imágenes	Matricial	Mapa de imágenes
Proxímetro	Desactivar la pantalla	Booleana	Objeto próximo detectado
Luxómetro	Controlar la pantalla	Escalar	Luz ambiente
Presión	Localización y determinación	Escalar	Presión atmosférica

de altura interiores y exteriores			
Orientación (seudosensor)	Determinar orientación	3 ángulos	Alabeo, guiñada y cabeceo
GPS (receptor)	Geolocalización	Ubicación geográfica	Coordenadas geográficas
Magnetómetro	Orientación	Vector	Campo magnético local

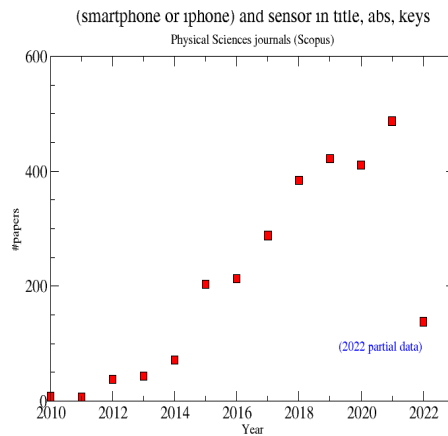


Fig. 1. Evolución anual del número de artículos publicados en revistas de ciencias físicas y de ingenierías vinculadas con dispositivos móviles y sensores de acuerdo al portal Scopus.

METODOLOGÍA

Las nuevas tecnologías abren la puerta a nuevas oportunidades y proporcionan un marco ideal para propiciar el trabajo en equipo en un contexto de inclusión e igualdad. Éstas, sin embargo, por sí solas no alcanzan para transformar la educación. En palabras de la OCDE “la tecnología puede amplificar las buenas prácticas docentes pero ni la mejor tecnología puede solucionar la falta de buena docencia”. Siguiendo esta filosofía, propiciamos un salto cualitativo en la enseñanza de la Física y de las ciencias naturales gracias a la integración de los sensores de los dispositivos móviles. Apuntamos entonces a contribuir a mejorar el sistema educativo y a prepararlo para los cambios tecnológicos que se avecinan, en particular, con la ayuda de las tecnologías digitales y el pensamiento computacional. Nos basamos en el diseño de experiencias utilizando tecnologías digitales y la evaluación de su efecto en la enseñanza de las ciencias naturales y de la Física en particular.

El uso de los sensores requiere de paquetes específicos de software, usualmente referidos como “apps” para poder acceder a los datos relevados. En las tiendas de apps de cada sistema operativo se cuenta con numerosas opciones. En la figura 2 mencionamos tres de las mejor adaptadas para realizar experimentos de física: Physics Toolbox Suite, Phyphox y Androsensor. Cada una de ellas tienen sus propias funcionalidades como acceder en forma remota, programación basada en navegadores o análisis de datos en la propia aplicación. Otros aspectos importantes son la facilidad para realizar diversas medidas, utilizar varios

sensores en forma simultánea y configurar opciones como la frecuencia de muestreo, las unidades o el intervalo de medición. Otras características útiles incluyen la posibilidad de compartir experimentos en forma colaborativa con otros usuarios (Stacks, 2018). Gracias a la gran potencia de cálculo es posible realizar diversas operaciones, algunas sencillas como ajustes lineales o no lineales o también realizar transformadas rápidas de Fourier en tiempo real.

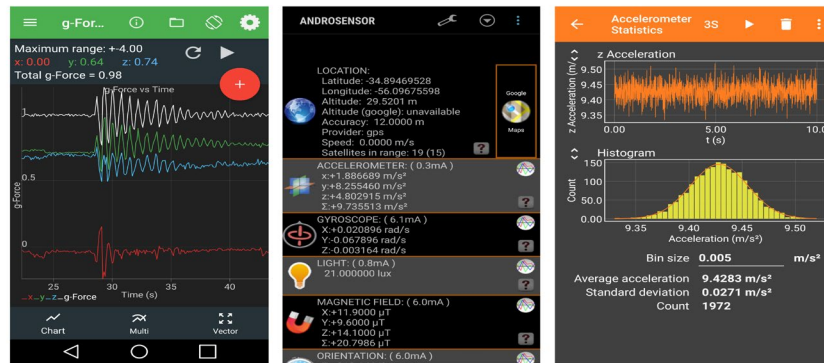


Fig. 2. Captura de pantalla de algunas aplicaciones muy utilizadas en la actualidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un conjunto muy diverso de experimentos puede ser realizado siguiendo esta metodología. A continuación planteamos una selección de aquellos que consideramos más ilustrativos.

Todo resultado de medición debe ser expresado con la incertidumbre correspondiente. El estudio de la teoría de errores es un elemento fundamental en la formación de futuros científicos e ingenieros. En las prácticas usuales durante mucho tiempo se estudió este tema tomando medidas reiteradas de un fenómeno, por ejemplo arrojando una bolita y midiendo la distancia para luego construir gráficas e histogramas. Los sensores permiten transformar este tipo de experimentos tomando cientos o miles de medidas en pocos segundos (Monteiro, 2021) y luego estudiar conceptos tales como la desviación estándar, el error estándar, distribuciones normales y criterios estadísticos.

La experimentación con juguetes también es un punto alto de los dispositivos móviles (Salinas 2020). En este trabajo mostramos cómo es posible estudiar la dinámica clásica de un tradicional juguete, el yoyo, utilizando el giroscopio de un teléfono móvil. Gracias a este sensor se obtienen medidas muy complicadas de obtener con otros instrumentos.

Como mencionamos antes, otra ventaja es la posibilidad de medir en sitios no tradicionales. En la referencia Monteiro 2020, planteamos un experimento donde medimos el campo magnético generado por trenes eléctricos. Esta medida es complementada con datos obtenidos en internet del campo magnético terrestre local, de la orientación geográfica y de las características técnicas de las líneas férreas.

El primer *iPhone*, lanzado en 2007, incorporó varios avances tecnológicos que ya estaban presentes en otros dispositivos, sin embargo, tuvo la gran virtud de reunir todas estas

características en un solo dispositivo portátil y popular. Se puede hacer una observación similar sobre el uso de teléfonos inteligentes en un laboratorio de física, todos los ingredientes, como el micrófono, la cámara o los sensores, ya son conocidos y están disponibles en otros dispositivos individuales, sin embargo, los teléfonos inteligentes presentan la ventaja de recopilar un gran cantidad de herramientas listas para usar en un solo dispositivo.

CONCLUSIONES

Como inferimos de las consideraciones anteriores los experimentos basados en sensores de dispositivos móviles constituyen una herramienta de innovación en la enseñanza de las ciencias físicas. Las ventajas son numerosas por un lado son dispositivos de uso corriente por parte de los estudiantes de todos los niveles que no los perciben como elementos extraños sino como objetos corrientes. Su amplia disponibilidad conlleva que el precio es relativamente accesible en comparación con otros sensores de fabricación específica para laboratorios o centros educativos. Además, el dispositivo móvil ya está disponible y no significa un gasto adicional. Por otro lado, estos integran varios sensores y es posible usarlos simultáneamente en un mismo experimento sin necesidad de otros instrumentos de comunicación (Monteiro, 2019).

La cantidad de dispositivos vendidos en todo el mundo continua aumentando. Asimismo, vienen cada vez mejor equipados y con más sensores. Cabe preguntarse si el uso de sensores en dispositivos móviles representa un avance significativo o solo marginal. La misma pregunta se podría hacer sobre el uso de los *smartphones* en otros ámbitos, y creemos que las respuestas son esencialmente las mismas: permiten acceder a un conjunto amplio de recursos en un único dispositivo, a un precio razonable, de tamaño práctico y facilidades de uso.

Son muchas las incógnitas que se presentan para los próximos años. La aparición de los sensores de los dispositivos móviles es relativamente reciente. Por un lado, no sabemos si los fabricantes seguirán incluyendo nuevos sensores, es decir sensores que no han estado disponibles hasta ahora en dispositivos móviles. Por otro lado, tampoco podemos decir si la capacidad de cálculo está alcanzando un ritmo de crecimiento más lento o seguirá aumentando al mismo ritmo que en el actual.

Quizás los avances futuros se centren en mejoras relacionadas con una mayor facilidad de uso del software y el procesamiento de datos. La investigación en enseñanza de la física también tiene mucho que decir, evaluando si el cambio futuro será cualitativo o meramente marginal y si se observan mejoras en los resultados de aprendizaje. En todo caso, podemos afirmar que estos dispositivos y sensores llegaron para permanecer por un tiempo considerable. Como ocurre con todas las nuevas herramientas o tecnologías que surgen, la mejor actitud parece ser analizar sus aportes y utilizarlos de manera crítica y reflexiva.

REFERENCIAS

- O'Brien, D. J. A guide for incorporating e-teaching of physics in a post-COVID world. *American Journal of Physics*, 89(4), 403–412 (2021).
- Monteiro, M., y Martí, A. C. (2022). Resource letter MDS-1: Mobile devices and sensors for physics teaching. *American Journal of Physics*, 90(5), 328-343.
- Monteiro, M., Organtini, G., & Martí, A. C. (2020). Magnetic fields produced by electric railways. *The Physics Teacher*, 58(8), 600-601.
- Monteiro, M., Stari, C., Cabeza, C., & Martí, A. C. (2019). Physics experiments using simultaneously more than one smartphone sensors. *Journal of Physics: Conference Series*, 1287(1), 012058.
- Monteiro, M., Stari, C., Cabeza, C., & Martí, A. C. (2021). Using mobile-device sensors to teach students error analysis. *American Journal of Physics*, 89(5), 477-481.
- Monteiro, M., Stari, C., y Martí, A. C. (2022). Experimentos sobre vibraciones y ondas utilizando teléfonos inteligentes. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 105 39-46.
- Salinas, I., Monteiro, M., Martí, A. C., y Monsoriu, J. A. (2020). Analyzing the dynamics of a Yo-Yo using a smartphone gyroscope sensor. *The Physics Teacher*, 58(8), 569-571.
- Staacks, S., Hutz, S., Heinke, H. y Stampfer, C. Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox, *Phys. Educ.* 53(4), 045009 (2018).

La Materialidad Digital en el Proyecto de Diseño: la Fabricación Digital como Campo de Experimentación

Mónica Val Fiel

Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica (EGA), Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID), Universitat Politècnica de València (UPV), movalfie@ega.upv.es.

Abstract

In the context of the field of design, digital manufacturing tools have promoted a change linked to teaching-learning processes, favoring the application of active methodologies and thereby enhancing student motivation: learning by doing, project-based learning and design thinking as the most representative methodologies.

Keywords: digital materiality, haptic perception, laser cutter, parametric design.

Resumen

En el contexto del ámbito de diseño, las herramientas de fabricación digital han impulsado un cambio vinculado con los procesos de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo la aplicación de metodologías activas y potenciando con ello la motivación del alumnado: El aprender haciendo, el aprendizaje basado en proyectos y el *design thinking* como las metodologías más representativas.

Palabras clave: materialidad digital, percepción háptica, cortadora láser, diseño paramétrico.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, muchas universidades han introducido el diseño y la fabricación digital en sus planes de estudios para proporcionar y enseñar una comprensión más amplia del diseño paramétrico.

La evolución de las herramientas paramétricas aplicadas a la disciplina de diseño ha supuesto un gran desafío en el campo del diseño industrial (Gengnagel, 2012). La geometría y la matemática recuperan protagonismo en el aprendizaje de estas herramientas, potenciando con ello la integración de las áreas *Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas* (STEAM) (Connor, 2015).

Además, investigaciones vinculadas con las metodologías activas (Fernández, 2006) han demostrado que la implementación de las mismas potencia la motivación del alumno y favorece el proceso enseñanza-aprendizaje. Entre ellas destacamos el *Design Thinking*, cada vez más extendido para referirse al proceso de resolución de problemas 'abiertos' (Melles, 2012), definido por cinco etapas: entender, definir, idear, prototipar y evaluar.

Esta comunicación recoge la experimentación llevada a cabo con estas herramientas en un proyecto de diseño, en el seno de la asignatura *Modelado para fabricación digital* MFD (optativa de tercer curso del *Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos* impartido en la *Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID), Universitat Politècnica de València*).

La asignatura tiene como objetivo proporcionar una visión general de la digitalización de los procesos de fabricación y formar al alumno en el modelado paramétrico de formas complejas. Se desarrollan técnicas de modelado avanzado con la integración de editores gráficos en herramientas de modelado (*Grasshopper* en *Rhinoceros*). El desarrollo práctico del conjunto de trabajos académicos está orientado a la fabricación con tecnologías como impresoras 3D, fresadoras o cortadora láser.

OBJETIVOS

El uso de las herramientas de fabricación digital contribuye a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS 9, Industria, Innovación e Infraestructura), aumentando la investigación científica y mejorando la capacidad tecnológica de los sectores industriales, en beneficio de una industria sostenible potenciada por la innovación.

El uso de las herramientas de fabricación digital en el ámbito del diseño de producto permite, durante el ciclo de desarrollo del producto, visualizar y verificar de manera tangible la forma diseñada. El diseñador puede experimentar con el producto físico sin depender de los sistemas convencionales de fabricación y sus limitaciones, y obtener prototipos y/o productos definitivos en un corto periodo de tiempo dentro de las fases de desarrollo del proyecto.

Desde la asignatura de *Modelado para fabricación digital*, como primera aproximación a esta tecnología, se propone diseñar una lámpara cuyo modelo digital se plantea para corte por láser. En el contexto de los contenidos de la asignatura, el proyecto introduce dos objetivos específicos, por una parte, analizar los requerimientos inherentes al propio proceso de fabricación que tienen que ser considerados en la fase previa de modelado y por otra resolver los requerimientos asociados a las necesidades del proyecto.

El objeto de esta comunicación es destacar las ventajas del uso de las herramientas de fabricación digital como medio de experimentación para el desarrollo del proyecto de diseño y el beneficio que reporta. Para ello, primero se contextualiza el proyecto y las necesidades requeridas para el uso de estas herramientas dentro de la metodología utilizada. Mas tarde se cuantifica el grado de satisfacción del alumno en el uso de las mismas para el desarrollo del proyecto. Se finaliza con las conclusiones.

METODOLOGÍA Y DESARROLLO

En el contexto del título del *Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos*, cuando el alumno se matricula en la asignatura de *Modelado para fabricación digital* ya ha superado las asignaturas de *Diseño Asistido por Ordenador* y *Metodología del Diseño*, ambas obligatorias anuales de segundo curso, de manera que ya dispone, por una parte, de la

destreza suficiente en el manejo de software de modelado, y por otra, de conocimientos de la metodología correspondiente al desarrollo de proyectos de Diseño.

La experiencia desarrollada en el aula recoge el conjunto del proceso de un proyecto desde el inicio hasta el cierre y fabricación del producto. Se utiliza el *Design Thinking* como una de las metodologías más comunes vinculadas con el Diseño de Producto. Esta se divide en cinco etapas de trabajo: entender, definir, idear, prototipar y evaluar, a las que se puede volver de forma iterativa.

El proceso tiene una fase inicial previa, que consiste en el manejo de software especializado, y en la presentación del potencial del diseño computacional (Terzidis, 2006). Por una parte, es necesario introducir al alumno el potencial de herramientas paramétricas avanzadas como el uso de *Grasshopper* (fig. 1) para el modelado algorítmico integrado en *Rhino*. Por otra parte, la presentación de las estructuras "gofre" tanto radiales como reticulares, conocidas por (*radial*) *waffle system* o *waffle structure* (fig. 2), relaciona la herramienta de fabricación propuesta (cortadora láser) con el diseño del producto.

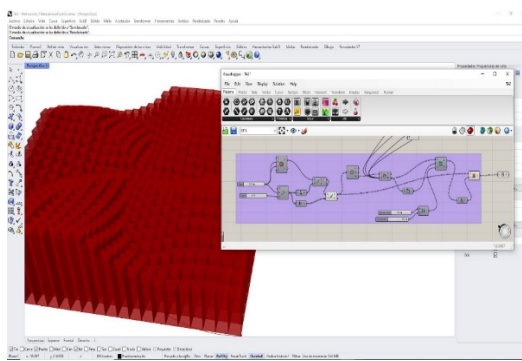


Fig. 1. Interface de Rhino y Grasshopper. Algoritmo de Grasshopper que genera la representación geométrica correspondiente en Rhino. Trabajo académico desarrollado en la asignatura de Modelado para Fabricación Digital por Francisco Andreu Capo.

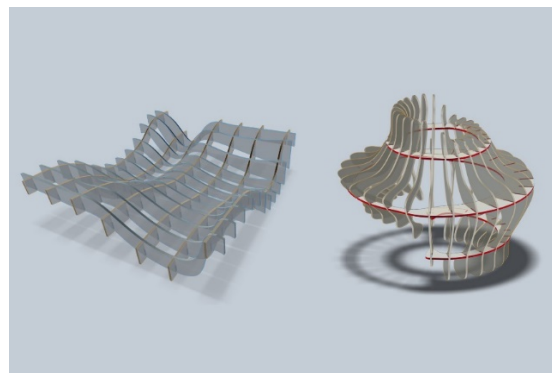


Fig. 2. Waffle system o waffle structure. Visualización en Slicer.

Superada esa fase inicial, en la fase de desarrollo del proyecto, se procede a dos iteraciones de la metodología adoptada (entender, definir, idear, prototipar y evaluar). Así pues, el paso por los laboratorios para el uso de la cortadora láser (como herramienta de fabricación digital) y prototipar, se produce en dos momentos del desarrollo proyectual, en una fase intermedia (fig. 3) y en una fase final de su evolución (fig. 4).

Actualmente el laboratorio de la ETSID cuenta con dos cortadoras láser, en concreto una cortadora láser SPEEDY 100 Trotec con un área de corte de 600x300 mm y una cortadora RAYJET Serie R500 con un área de corte de 1300 x 900 mm.



Fig. 3. A la derecha prototipo en una fase intermedia de la evolución del proyecto. Extracto del panel de presentación del proyecto de Víctor Pina y Noelia Montrós.



Fig. 4. Prototipos en una fase final de la evolución del proyecto. Proyectos desarrollados por los alumnos en la asignatura MFD: Rafa Moreno, Laura Consuegra y Ariadna Arastey.

La experiencia consolidó los conocimientos específicos transmitidos en la teoría, y permitió integrar los procesos de fabricación digital con las estrategias de proyecto. A su vez, el alumno aprendió que la materialización física de sus proyectos futuros requiere de un análisis y conocimiento de sus posteriores métodos de fabricación. La presentación de los procesos de fabricación digital obligó a que algunos alumnos adaptaran sus modelos a los requerimientos necesarios para su posterior fabricación, y sin embargo permitió también que otros idearan nuevas formas, partiendo de los condicionantes inherentes a la tecnología.

RESULTADOS

Con el fin de evaluar los resultados de la implementación del uso de las herramientas de fabricación digital, en el presente curso académico 2021-2022 se ha pasado un cuestionario al alumnado que ha desarrollado el proyecto. La población ha sido de 28 alumnos, y el muestreo que se obtuvo fue de 13 encuestas, evidenciando las preferencias de la experiencia de aula.

La encuesta cumplimentada por el alumnado se ha centrado fundamentalmente en la valoración de la herramienta utilizada en el marco del proyecto de diseño y en su vinculación con los contenidos específicos de la asignatura.

Se destacan las relacionadas con:

- Adecuación del uso de la herramienta a la fase del desarrollo del proyecto.
- Descripción del uso de la herramienta.
- Adecuación de la herramienta a la metodología adoptada.
- Integración de las herramientas de fabricación con las estrategias de proyecto.

De los datos obtenidos, el 84.6% de los encuestados afirmaron su uso idóneo en una fase final de desarrollo del proyecto, frente a un 15.4% que defendía su implementación en una fase intermedia del desarrollo.

Tras la implementación de las herramientas de fabricación digital (cortadora láser), la valoración de los alumnos ha destacado su uso como: interesante (84.6%), útil (76.9%), innovador (61.5%) y motivador (61.5%).

En relación a la metodología de diseño, el uso de las herramientas de fabricación digital ha contribuido en las distintas fases de desarrollo del proyecto en: entender (30.8%), definir (53.8%), idear (7.7%), prototipar (100%) y evaluar (30.8%).

Entrando en los contenidos específicos de la asignatura, el alumnado destaca que el uso de la cortadora láser ha permitido incorporar el proceso de fabricación a la idea del proyecto (escala Likert), al 97.9% totalmente de acuerdo, 23.1% más bien de acuerdo. La materialización del proyecto ha sido útil para entender los requerimientos del proceso de fabricación (escala Likert), al 61.5% totalmente de acuerdo, 38.5% más bien de acuerdo.

Esta incursión con las herramientas de fabricación digital pone en manos del estudiante un resultado tangible derivado de su pensamiento gráfico virtual y le sitúa en una posición ventajosa para su devenir en distintas asignaturas y proyectos. El alumno afirmó que el uso de las herramientas de fabricación digital ofrece una aportación distintiva con respecto al modelado digital en un alto porcentaje (escala Likert), al 92.3% totalmente de acuerdo, 7.7% más bien de acuerdo.

Las expectativas del alumnado quedaron cubiertas en un alto porcentaje (escala Likert), al 84.6% totalmente de acuerdo, 15.4% más bien de acuerdo y, afirmaron que volverán a usar estas herramientas para desarrollos futuros.

CONCLUSIONES

Las herramientas de fabricación digital permiten la aplicación de metodologías activas basadas en el "aprender haciendo" *learning by doing* (Özkar, 2007), el "aprendizaje basado en proyectos" *project-based learning* (Blikstein, 2013) y la que ha sido elegida como representativa en esta comunicación, el *design thinking* (Smith, 2015). Además, en un contexto creativo- tecnológico como es el de diseño de producto esta experiencia y su implementación permite la integración de las áreas STEAM.

En el contexto educativo estas nuevas herramientas han impulsado un cambio vinculado con los procesos de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo además la motivación e implicación por parte del estudiantado (véase en resultados grado de satisfacción). El aprender haciendo, el aprendizaje basado en proyectos y el *design thinking*, metodologías integradas en la disciplina, son potenciadas por las herramientas de fabricación digital.

Por todo ello, los nuevos medios digitales han supuesto una revolución (Gershenfeld, 2005) en el modo en el que abordar la disciplina, en los métodos y procesos de proyectar y diseñar. En este sentido, las tecnologías de diseño asistido por ordenador y fabricación están siendo determinantes en la evolución y las tendencias del diseño de producto.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece el soporte del Laboratorio de impresión 3d de la *Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño* de la *Universitat Politècnica de València*, que ha hecho viable el desarrollo del conjunto del proyecto.

REFERENCIAS

- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. *FabLabs: Of machines, makers and inventors*, 4(1), 1-21.
- Connor, A., Karmokar, S., & Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56.
- Gengnagel Ch., Kilian A., Palz N., Scheurer F. (Ed). (2012). *Computational Design Modeling*. Proceedings of the Design Modeling Symposium Berlin 2011. Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-23435-4>
- Gershenfeld, N. A. (2005). *Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication*. Basic Books (AZ).
- Melles, G., Howard, Z., & Thompson-Whiteside, S. (2012). Teaching design thinking: Expanding horizons in design education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 162-166.
- Özkar, M. (2007). Learning by doing in the age of design computation. In *Computer-Aided Architectural Design Futures (CAADFutures) 2007* (pp. 99-112). Springer, Dordrecht.
- Smith, R. C., Iversen, O. S., & Hjorth, M. (2015). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 20-28.
- Terzidis, K. (2006). *Algorithmic architecture*. Routledge.

Aplicación de la Fabricación Aditiva como herramienta de apoyo a la docencia en ciencia y tecnología de materiales

Jorge Ayllón^a, Álvaro Rodríguez-Prieto^b, Amabel García Domínguez^c, Juan Claver^d, José Manuel Romero^e, Francisca G. Caballero^f, Juan José de Damborenea^g, Iñaki García^h, Carlos Capdevilaⁱ y Ana María Camacho^{j*}

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:

^ajorge.ayllon@ind.uned.es, ^balvaro.rodriguez@ind.uned.es, ^cagarcia@ind.uned.es,

^djclaver@ind.uned.es, ^ejromero324@alumno.uned.es, ⁱamcamacho@ind.uned.es.

²Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Av. de Gregorio del Amo, 8, 28040 Madrid: ^ffgc@cenim.csic.es, ^gjdambo@cenim.csic.es, ^higarcia@cenim.csic.es; ⁱlccm@cenim.csic.es.

Abstract

Additive manufacturing is becoming a support tool for teaching-learning processes, especially for theoretical-practical content in technical teaching, and particularly in distance learning education. This work shows its potential as a tool for understanding basic concepts that require spatial vision, as is the case of Bravais crystal lattices. The methodology can be extrapolated to any other field of knowledge.

Keywords: Additive manufacturing, 3D printing, FDM, crystal lattice, virtual model, prototype, teaching resource.

Resumen

La fabricación aditiva se está convirtiendo en una herramienta de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente sobre contenidos teórico-prácticos de enseñanzas técnicas, y particularmente en enseñanza a distancia. En este trabajo se muestra su potencial como herramienta para la comprensión de conceptos básicos que requieren de visión espacial, como es el caso de las redes cristalinas de Bravais. La metodología puede extrapolarse a cualquier otro ámbito de conocimiento.

Palabras clave: Fabricación aditiva, impresión 3D, FDM, redes cristalinas, modelo virtual, prototipo, recurso didáctico.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La impartición de contenidos teórico-prácticos en enseñanzas técnicas y bajo la modalidad de enseñanza a distancia a menudo entraña serias dificultades para el estudiante que, particularmente en la UNED, presenta perfiles de acceso muy variados y que pueden ser una

barrera para la superación de asignaturas, especialmente en los primeros cursos de titulaciones de Grado.

En el estudio de la ciencia e ingeniería de materiales, uno de los primeros conceptos a asimilar es cómo se organiza la materia; más concretamente la organización de las estructuras cristalinas en estado sólido que se estudian a través de las redes de Bravais que forman gran parte de los materiales metálicos y cerámicos utilizados comúnmente en la industria. El estudio de la estructura interna de los sólidos cristalinos a través del análisis de este tipo de redes permite establecer las bases para el comportamiento de cada material, y tiene una incidencia directa tanto en sus propiedades y comportamiento en servicio como en su capacidad para ser procesados mediante diferentes tecnologías de fabricación. Conceptos como los parámetros de red, las direcciones y planos cristalográficos preferentes, los índices de coordinación y/o factores de empaquetamiento son conceptos fundamentales asociados al tipo de red cristalina. Sin embargo, su visualización tridimensional dificulta frecuentemente su aprendizaje, dependiendo altamente de la capacidad de visión espacial del estudiante.

El empleo de las tecnologías aditivas e impresión 3D como apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje y como alternativa a métodos tradicionales no es nuevo (McGahern, 2015); arquitectura e ingeniería son dos de las disciplinas donde se comenzaron a implantar de manera temprana a través de las conocidas como tecnologías de prototipado rápido (Helge Bøhn, 1997), destacándose los grandes beneficios que se derivan de su uso con este enfoque docente; por ejemplo, se ha demostrado que facilita el aprendizaje, el desarrollo de destrezas y habilidades, así como una mayor implicación por parte de los estudiantes en el proceso; también se destaca el fomento de la creatividad, una mejor disposición por parte de los estudiantes hacia materias y carreras en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (Berry, 2010) (STEM), y también una mayor implicación e interés por parte de los docentes. Publicaciones recientes muestran nuevas aplicaciones de estas tecnologías en Ingeniería, Ciencia y Educación (Snyder, 2014), e inciden en su integración también desde edades tempranas (Tillinghast, 2014). Tal y como indican Ford y Minshall (Ford, 2019), existen dos claros enfoques sobre la incorporación de las tecnologías de fabricación aditiva a la docencia: se habla de “integración activa” e “integración pasiva” de la impresión 3D en los planes de estudio. La primera (integración activa) se centra en la adquisición de conocimientos y en el desarrollo de destrezas sobre las técnicas de FA e impresión 3D; y la segunda (integración pasiva) consiste en el empleo de estas tecnologías para apoyar el proceso de aprendizaje de otras materias/asignaturas. Entre los ejemplos que se encuentran sobre el enfoque de integración pasiva, existen cada vez más experiencias de creación de modelos virtuales y prototipos para el aprendizaje de conceptos ingenieriles, como es el caso de la determinación de propiedades mecánicas de los materiales fabricados por estas tecnologías, entre otros. Este segundo enfoque es el que se ha seguido para plantear este trabajo. Concretamente, se van a generar modelos como apoyo al aprendizaje visual de conceptos teóricos que entrañan una mayor dificultad, como los indicados. En trabajos previos del grupo ya se destacó el interés en la aplicación de técnicas de fabricación aditiva en la enseñanza de asignaturas de ciencia y tecnología de materiales, especialmente en lo relacionado con las competencias relativas a la identificación de propiedades de los materiales y la fabricación con materiales poliméricos (García-Domínguez, 2016). En este sentido, es previsible que el empleo de técnicas de fabricación aditiva para la generación de diversos modelos de estas estructuras

crystallográficas permita proporcionar al estudiante una herramienta tangible y visualmente accesible para fijar estos conceptos fundamentales, al igual que sucede en otras temáticas (Juanes Méndez, 2019). De este modo, el correcto conocimiento de estas estructuras permitirá asimilar mejor los conceptos posteriores de alotropía; los intersticios y la inserción de átomos en ellos, fundamental para comprender los modos de aleación de metales; el significado de vacante y su importancia en los procesos de difusión y deformación, o la definición de los índices de Miller característicos de las direcciones y planos de deformación preferenciales de los materiales.

METODOLOGÍA

1.1. Definición de casos de estudio.

Agustín Bravais definió la existencia de hasta 14 redes cristalinas básicas diferentes, clasificadas en 7 sistemas cristalinos, Fig. 1. De todas ellas, las estructuras cúbica centrada en el cuerpo (cc), cúbica centrada en las caras (ccc) y hexagonal compacta (hc) destacan en importancia por ser las mayoritarias en los metales de uso industrial. Sin embargo, con el fin de cubrir todos los casos básicos en la docencia de las asignaturas de ciencia e ingeniería de materiales, se han generado mediante técnicas de fabricación aditiva los modelos de las 14 estructuras cristalinas básicas, Fig. 1.

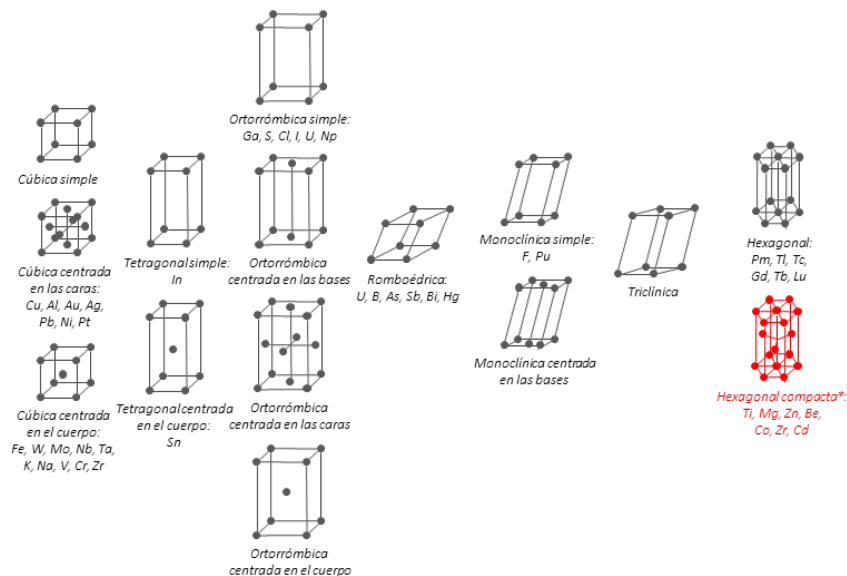


Fig. 1. Redes de Bravais de los 7 sistemas cristalinos básicos objeto de estudio (*La red hexagonal compacta no pertenece a las estructuras básicas y en consecuencia no ha sido tratada, pero se muestra debido a su importancia industrial)

1.2. Equipo y parámetros de impresión.

Para la realización de dichos modelos se ha empleado una impresora 3D modelo SIGMA D25 (BCN3D) con firmware Marlin, Fig. 2, que emplea la tecnología FDM (“Fused deposition modeling”).

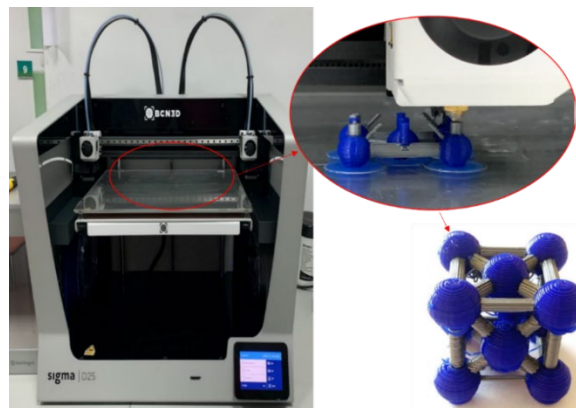


Fig. 2. Proceso de impresión de la estructura cristalográfica "cubica centrada en las caras" mediante impresora Sigma D25 de doble extrusor.

Este equipo cuenta con un volumen de impresión de 420x300x200 sobre cama caliente (80°C máx.), una resolución máxima de altura de capa de 0,05mm y una precisión de posicionamiento de 1-1,25 μm en los 3 ejes. Adicionalmente, dispone de un sistema de doble extrusor independiente capaz de alcanzar temperaturas de impresión de hasta 300°C y que permite la impresión conjunta de varios materiales o la fabricación simultánea de dos modelos iguales. La producción de los modelos de redes cristalinas deseados para su empleo docente sigue el desarrollo común en la fabricación aditiva de polímeros por FDM, Fig. 3.

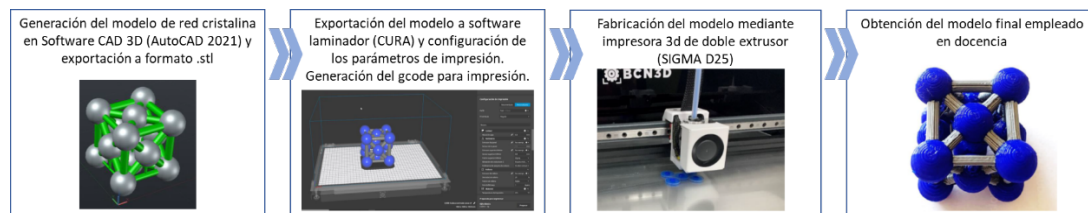


Fig. 3. Flujo de proceso seguido en la metodología para la obtención de cada modelo de red cristalina deseado.

Tras generar la geometría en un Software CAD 3D, en este caso AutoCAD2021[®], se exporta el modelo a un formato estandarizado de malla (.stl). Posteriormente, a partir de este archivo, y empleando un software de laminado automático como CURA[®], se definen los parámetros de impresión y se genera el archivo g-code que contiene la secuencia de comandos necesarios para el funcionamiento de la impresora 3D. En este trabajo, se ha optado por generar las estructuras en plástico PLA azul (átomos) y plata (uniones tridimensionales) fijando los parámetros definidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de impresión utilizados.

Parámetro	Valor
Altura de capa (mm)	0,3
Densidad del relleno (%)	20
Velocidad de impresión (mm/s)	45
Diámetro de extrusor (mm)	0,4

De este modo, los modelos cuentan con la precisión e integridad estructural suficiente para el empleo deseado, al mismo tiempo que su producción es relativamente rápida.

RESULTADOS

Siguiendo la metodología propuesta, se ha logrado el objetivo de obtener el conjunto de redes cristalinas básicas, Fig. 4, lo que ha permitido a los miembros del grupo que participan en este proyecto utilizar la fabricación aditiva como una herramienta adicional de apoyo a la docencia, especialmente indicada para la generación de recursos docentes.

Estos recursos se pueden poner a disposición de los estudiantes en el curso virtual (en el caso de enseñanzas a distancia) o presentarse en el aula como apoyo a la impartición de contenidos teórico-prácticos, así como para la resolución de dudas durante tutorías individuales. De este modo, el estudiante que presente una mayor dificultad en la visión espacial podrá visualizar de forma clara y directa las características de las distintas redes cristalinas que se vienen estudiando en varias asignaturas de Grado de la rama industrial.

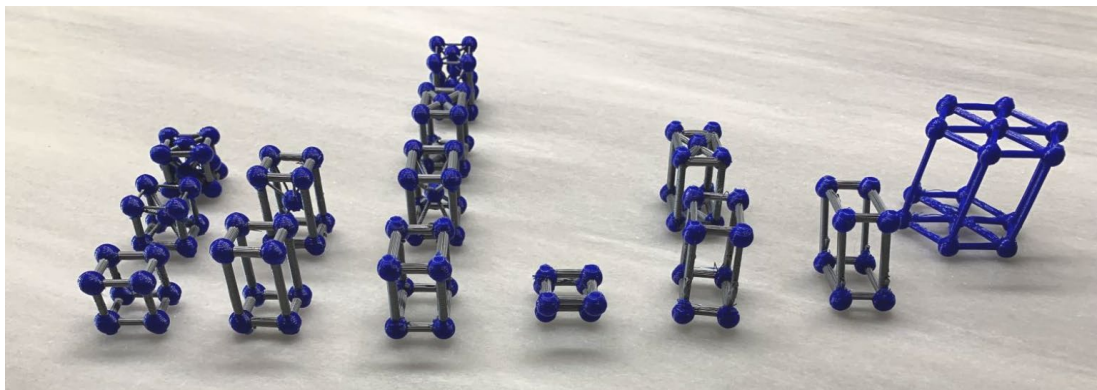


Fig. 4. Modelos impresos finales de las 14 estructuras cristalográficas básicas definidas por Bravais.

El impacto de la puesta en práctica de esta metodología será evaluado comprobando si se ha observado una mejora en la asimilación de estos conocimientos específicos por parte del estudiante a través de la información recogida en los cuestionarios sobre el grado de satisfacción con la asignatura, así como en el análisis de los indicadores de rendimiento de las asignaturas como la tasa de evaluación y la tasa de éxito. La metodología puede extrapolarse a la realización de un mayor número de modelos enfocados en conceptos más avanzados, como pueden ser la deformación en los planos y direcciones preferentes o la formación de aleaciones metálicas (sustitucionales e intersticiales) y sus tratamientos.

CONCLUSIONES

Se ha propuesto una metodología basada en el empleo de la fabricación aditiva como herramienta de apoyo a la docencia aplicada a la enseñanza de conceptos de especial dificultad en asignaturas de ciencia e ingeniería de materiales, que puede ser extrapolable a otros conceptos y ámbitos de aplicación. Concretamente, el caso práctico implementado se prevé que permita superar la barrera que supone el aspecto de la visión espacial en la

compresión y diferenciación de las distintas redes cristalinas existentes en los materiales de ingeniería. Esta propuesta presenta las ventajas de ser altamente flexible, siendo adaptable a cualquier temática con una problemática similar, y accesible a todos los equipos docentes ya que únicamente requiere un equipo de fabricación aditiva de propósito general.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado gracias al Proyecto de Innovación Docente “*Desarrollo y puesta en práctica de aplicaciones interactivas de apoyo a la impartición de prácticas de laboratorio virtuales y al entrenamiento en la resolución de actividades para una mejora del aprendizaje en Ciencia y Tecnología de Materiales*” y también está desarrollado en el marco del proyecto “*Análisis multicriterio para la mejora y ampliación de la docencia de contenidos de fabricación aditiva en enseñanzas técnicas con la metodología semipresencial característica de la UNED*” del Grupo de Innovación docente GID2016-28, en la convocatoria 2021-2022; y del Proyecto “*Additive Manufacturing as a technological disruption to fight against rural depopulation and social and spatial inequalities*” (Proyecto PLEC2021-007750 financiado por MCIN/AEI /10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/ PRTR).

REFERENCIAS

- Berry, R.Q., III, Bull, G., Browning, C., Thomas, C.D., Starkweather, K., y Aylor, J.H. (2010). Preliminary considerations regarding use of digital fabrication to incorporate engineering design principles in elementary mathematics education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 10(2), 167-172.
- Ford, S., y Minshall, T. (2019). Invited Review Article: Where and How 3D Printing Is Used in Teaching and Education. *Additive Manufacturing*, 25, 131–150. doi:10.1016/j.addma.2018.10.028
- García-Domínguez, A., Camacho, A.M., Claver, J., y Sebastián, M.A. (2016). Valoración de la incorporación de experiencias aplicativas de impresión 3D en la docencia de materias vinculadas a distintos escenarios productivos. 24 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Simposio: Nuevas fronteras en la enseñanza-aprendizaje de ingeniería de fabricación y tecnologías de procesamiento de materiales, Cádiz, España.
- Helge Bøhn, J. (1997). Integrating rapid prototyping into the engineering curriculum - a case study. *Rapid Prototyping Journal*, 3, 32–37. doi:10.1108/13552549710169264
- Juanes Méndez, J. (2019). Fabricación aditiva de piezas anatómicas con fines docentes. *Memoria final proyecto ID2018/109*, Salamanca, España.
- McGahern, P., Bosch, F., y Poli, D. (2015). Enhancing learning using 3D printing: An alternative to traditional student project methods. *The American Biology Teacher*, 77, 376–377. doi:10.1525/abt.2015.77.5.9
- Snyder, T.J., Andrews, M., Weislogel, M., Moeck, P., Stone-Sundberg, J., Birkes, D., Hoffert, M.P., Lindeman, A., Morrill, J., Fercak, O., Friedman, S., Gunderson, J., Ha, A., McCollister, J., Chen, Y., Geile, J., Wollman, A., Attari, B., Botnen, N., Vuppuluri, V., Shim, J., Kaminsky, W., Adams, D., y Graft, J. (2014). 3D Systems’ technology overview and new applications in manufacturing, engineering, science, and education. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 1(3), 169–176. doi:10.1089/3dp.2014.1502
- Tillinghast, R.C., Wright, M.T., Arnold, R.D., Zunino, J.L., Pannullo, T.L., Dabiri, S., Petersen, E.A., y Gonzalez M.C. (2014) Integrating three dimensional visualization and additive manufacturing into K-12 classrooms. *2014 IEEE Integrated STEM Education Conference*, 1–7. doi:10.1109/ISECon.2014.6891051.

Uso de la plataforma Kahoot en las clases prácticas de asignaturas de ingeniería

M.A. Selles¹, S. Montava-Jorda¹, S. Sánchez-Caballero¹, M.A. Peydró-Rasero¹, F. Parres-García¹ y E. Pérez-Bernabeu²

¹Dpto. de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universitat Politècnica de València.

²Dpto. de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universitat Politècnica de València.

Abstract

The incorporation of gamification techniques in higher education is nothing new. Many professors are aware of their advantages.

In this study, a reference subject is used to analyze gamification in practical classes. The Kahoot platform was tested at the beginning and end of each practical session.

The improvement in the dynamism of the practical classes was remarkable compared to previous courses.

Keywords: Gamification, active methodologies, practical class, Kahoot.

Resumen

La incorporación de técnicas de gamificación en la enseñanza superior no es nada nuevo. Muchos profesores son conscientes de sus ventajas.

En este estudio, se utiliza una asignatura de referencia para analizar la gamificación en las clases prácticas. Se probó la plataforma Kahoot al principio y al final de cada sesión práctica.

La mejora en el dinamismo de las clases prácticas fue notable en comparación con los cursos anteriores.

Palabras clave: Gamificación, metodologías activas, clase práctica, Kahoot.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Mejorar el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería es una de las principales preocupaciones que siempre han tenido las universidades. Siempre ha habido profesores preocupados por conseguir que sus estudiantes retengan y comprendan la mayor cantidad de conocimientos posible.

Internet y la introducción de los multimedia en las aulas han hecho posible que los estudiantes vivan situaciones reales que complementan su formación de una forma mucho más visual. Se ha avanzado mucho en este sentido, gracias en parte a los cursos y herramientas en línea.

Entre estas herramientas, está la posibilidad de jugar en el aula. ¿A quién no le gusta jugar con sus compañeros? Este concepto se conoce como "gaming". Uno de los problemas actuales en la universidad es la falta de motivación en los estudiantes, y con este tipo de juegos, se estimula claramente la participación y la motivación.

A finales de la década de los 90 y principios de este siglo, aparecieron los Sistemas de Respuesta Personal (SRP), que son dispositivos que consisten en un programa específico que se instalaba en el ordenador del profesor, un receptor inalámbrico y transmisores de infrarrojos que se entregaban a los estudiantes.

Así pues, la incorporación de técnicas de gamificación en la enseñanza superior no es nada nuevo. Muchos profesores son conscientes de sus ventajas y cada vez son más los que aplican estas técnicas en sus clases por sus tres principales beneficios: aumento de la competitividad, del aprendizaje y de la motivación. No cabe duda que, en las clases teóricas o magistrales, en un aula de enseñanza, los resultados de estas técnicas en los estudiantes son muy positivos (Sellés, 2016) (Alcover, 2018) (Carreño, 2021) (García, 2017). Sin embargo, es cierto que no se ha investigado lo suficiente sobre la gamificación en entornos fuera del aula (prácticas de laboratorio y de campo, visitas, etc.). En los pocos estudios que se han realizado en entornos de laboratorio, el Kahoot siempre se ha pasado a los estudiantes al final de las sesiones, pero no durante o al principio de estas (Noverques, 2021).

METODOLOGÍA

La Ingeniería de Procesos de Fabricación es una asignatura troncal, por lo que todos los estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica deben cursarla. Tiene mucho contenido en cálculos en la parte teórica y en la parte práctica, es muy "práctica" en el sentido de que los estudiantes participan de forma muy activa.

Para la asignatura, el juego consistía en superar una serie de pruebas que implicaban la evaluación de contenidos prácticos. Así, se procedió a evaluar los conocimientos individuales de cada alumno a través de su participación en un test Kahoot de 25 preguntas. Se trata de una herramienta digital que permite la autocorrección instantánea y la descarga en formato excel de las puntuaciones de cada alumno. En las clases prácticas, cada alumno debe superar seis pruebas por cada tema. Las pruebas están disponibles en diferentes formatos. Al final de cada prueba, los estudiantes son calificados según sus resultados.

En las prácticas se fomenta el trabajo en grupo, de ahí que se formen grupos de 3 estudiantes que se distribuyen en 8 subgrupos de entre 12 y 14 estudiantes. La evaluación de las prácticas es muy sencilla. Se pasa lista todos los días, para que los estudiantes sepan que deben asistir a todas las clases de laboratorio. Por otro lado, al ser 8 grupos, se les da la posibilidad de cambiar de grupo si no pueden asistir por un motivo justificado, como ir al médico. Para la evaluación de las prácticas, cada grupo de 3 estudiantes debe presentar 7 informes obligatorios durante el curso, una semana después de la finalización de las prácticas. Al presentar el informe en grupo, los estudiantes tienen más responsabilidad a la hora de

presentarlo. Una vez corregidos los informes, si no los aprueban, se les devuelve y se les obliga a repetirlos de nuevo. En las tres últimas clases de laboratorio, los estudiantes manejan ellos mismos las máquinas del taller y fabrican pequeñas piezas que luego se llevan a casa como recuerdo. Con esta forma de evaluación, prácticamente todos los estudiantes aprueban las clases de laboratorio. La figura 1 muestra algunas piezas (pistón y biela) realizadas por un alumno.



Fig. 1. Ejemplo de un conjunto realizado por los estudiantes.

RESULTADOS

Se dispone de los resultados de la asignatura anual *Ingeniería de Procesos de Fabricación* de 3º curso del Grado en Ingeniería Mecánica. De ellos se desprende que el número de suspensos en la asignatura se ha reducido ligeramente respecto a los años en los que no se utilizaba la gamificación en las prácticas y que en el año en el que hay mejores puntuaciones en el Kahoot también hay mejores calificaciones en las prácticas.

En el curso 2019-20 se ha introducido el uso del Kahoot, pero en el mismo curso 2019-20 hubo la pandemia de coronavirus, por lo que algunas prácticas se realizaron on-line.

Las pruebas de Kahoot se realizan en los primeros 5 minutos de las prácticas, por lo que los estudiantes que llegan tarde no pueden hacerlas, o se conectan en medio de Kahoot. Las preguntas de Kahoot son de la práctica que hicieron la semana anterior, además, ese mismo día deben haber entregado el informe. Una de las ideas positivas a la hora de implantar el Kahoot fue detectar a los estudiantes que no han trabajado en grupo y por tanto no han hecho el informe, aunque su nombre esté escrito en él. En la prueba hay preguntas muy fáciles, que son casi imposibles de fallar si el alumno ha completado el informe.

La figura 2 de la izquierda muestra los participantes en el Kahoot. Se observa que en el curso 2019-20 hay una participación media del 75% de los matriculados y en el 2020-21 del 82%. Hay que tener en cuenta que las prácticas 6 y 7 del curso 2020-21 se realizaron on-line, lo que hace que el número de participantes en el Kahoot 5 y 6 sea menor, ya que los estudiantes

participaron desde casa y algunos no pudieron o no quisieron ser contabilizados. Hay que tener en cuenta que las prácticas se registraron en Equipos y se pudieron volver a ver. Si no hubiera habido pandemia, la asistencia al Kahoot habría sido del 90%.

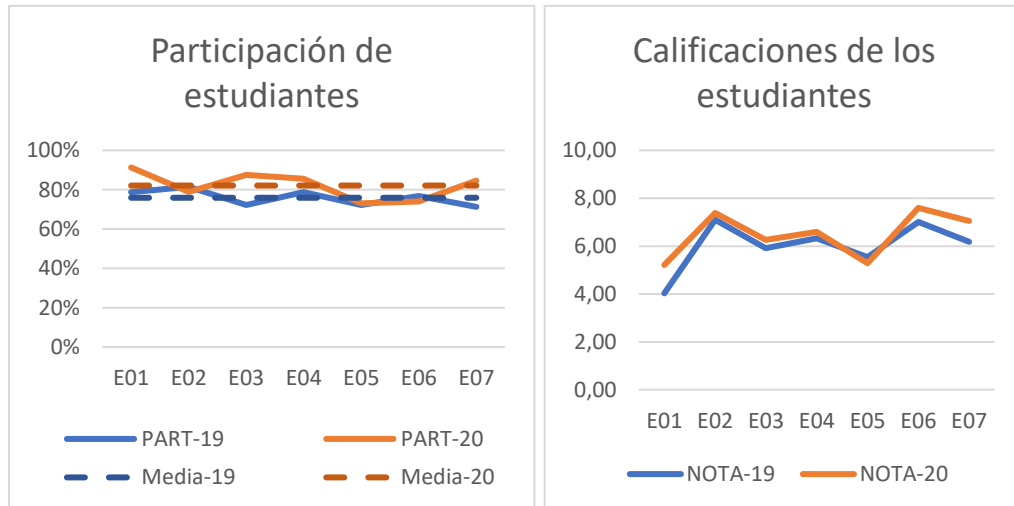


Fig. 2. Participación y calificaciones de los estudiantes.

En la figura 2 de la derecha se muestra la calificación sobre 10 de las pruebas Kahoot. Estas calificaciones no se reflejan en las calificaciones de la práctica, son sólo para comprobar cómo se realizó el Kahoot. Por otro lado, los tres primeros estudiantes que obtienen más puntos en el Kahoot reciben 1, 0,5 y 0,3 puntos extra en el informe. Además, en la figura 2 derecha, se puede observar que, en la primera prueba, la de la práctica 1, la nota es muy baja, se debe a que algunos estudiantes llegaron tarde y se conectaron a mitad del Kahoot, con la consiguiente mala nota. Por el contrario, se puede observar como en el Kahoot de la segunda práctica, la nota es mucho mejor, debido a la puntualidad de los estudiantes. Otro hecho destacable es que las preguntas de la práctica 5 son más difíciles debido a la menor nota obtenida. Por último, se puede observar que la nota del Kahoot de los estudiantes del curso 2020-21 es mayor que la del curso 2019-20.

CONCLUSIONES

La conclusión general del estudio de introducir el Kahoot en las prácticas de la asignatura IPF es muy positiva. El número de suspensos en la asignatura se ha reducido ligeramente. Además, la nota media de prácticas es ligeramente mayor cuando se introduce el Kahoot. Aunque es inevitable que algunos estudiantes no trabajen en grupo, y se aprovechen del trabajo de sus compañeros, se ha minimizado. Cuando en el curso 2019-20 había una media de 8 estudiantes que no trabajaban, en el curso 2020-21 han sido unos 3 estudiantes, y en el curso 2021-22, unos 6.

En la encuesta al final del curso sobre la utilización del Kahoot en prácticas el 94% de los estudiantes dicen que les ha gustado utilizar el Kahoot bastante o mucho en el curso 2020-21 y el 100% en el 2021-22. El 72% y 75% respectivamente, que les gustaría que se repitiera en todas las prácticas de la asignatura. El 72% en 2020-21 y 85% en 2021-22, dice que realizar una prueba con Kahoot después de la sesión de prácticas les ha hecho que aumente su atención durante esta. El 90% en el 2020-21 y el 95% en el 2021-22, piensan que tal vez o sí que podría ser una buena herramienta para evaluar si se han afianzado los conceptos prácticos. Y, más o menos, la mitad de los estudiantes, piensan que está bien la actual forma de premiar y no debería aumentarse. Por último, los estudiantes están muy contentos con la asignatura y con el profesor que la imparte.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo ha sido apoyado por la Universitat Politècnica de València, en particular por el Vicerrectorado de Recursos Digitales y Documentación y el Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación en el marco de la Convocatoria A+D2019: Aprendizaje + Docencia (Proyectos de Innovación y Mejora Educativa) y Código de Proyecto: B193. Los autores agradecen el apoyo del Instituto de Ciencias de la Educación y la Comisión de Evaluación y Seguimiento de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (CESPIME).

REFERENCIAS

- Sellés Cantó, MA., Sánchez Caballero, S., Pérez Bernabeu, E. (2016). Aplicación de la plataforma KAHOOT en asignaturas de Ingeniería de Fabricación. En In-Red 2016. II Congreso nacional de innovación educativa y docencia en red. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/INRED2016.2016.4400>
- Alcover Arandiga, R., Calduch Llosa, Á., Vidal, S. (2018). Nos divertimos y aprendemos con Kahoot! en las clases de Estadística. En IN-RED 2018. IV Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red. Editorial Universitat Politècnica de València. 165-175. <https://doi.org/10.4995/INRED2018.2018.8642>
- Carreño, A., Ginestar, D., Sanabria-Codesal, E. (2021). Incorporación de la plataforma Kahoot en las clases de matemáticas II y evaluación de su funcionamiento. En IN-RED 2020: VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. Editorial Universitat Politècnica de València. 528-541. <https://doi.org/10.4995/INRED2020.2020.11956>
- Noverques, A., Sancho, M. (2021). Análisis de la mejora del aprendizaje tras la aplicación de Kahoot! en una práctica de laboratorio del Grado de Ingeniería Química. En IN-RED 2020: VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. Editorial Universitat Politècnica de València. 700-707. <https://doi.org/10.4995/INRED2020.2020.11932>
- García García, D., Carbonell Verdu, A., Montañes Muñoz, N., Quiles, L., Fombuena, V. (2017, July). Incorporación de la aplicación Kahoot! para la evaluación de las prácticas de la asignatura de "Ciencia de Materiales". In In-Red 2017. III Congreso Nacional de innovación educativa y de docencia en red. (pp. 1209-1217) Editorial Universitat Politècnica de València.

Aplicación del Diseño de Experimentos para la mejora de un prototipo de planeador en un Proyecto de Innovación Docente en el Grado en Ingeniería Aeroespacial

Francisca Sempere-Ferre, Óscar Trull, José Manuel Soler Torró, Joaquín Martínez-Minaya y Nieves Martínez-Alzamora

Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain. frasemfe@upvnet.upv.es.

Abstract

The general objective of this work was to investigate how, through a Teaching Innovation Project, students improved their perception and application of the Design of Experiments in their area of knowledge. The study was carried out in the Statistics subject in the second year of the Aerospace Engineering Degree in which 103 students participated. The majority of the respondents stated that the innovation applied improved the assimilation of the concepts of this technique.

Keywords: Statistics, Design of Experiments, Educational Innovation and Improvement Project, Aerospace Engineering.

Resumen

El objetivo general de este trabajo fue investigar cómo a través de un Proyecto de Innovación Docente los alumnos mejoraron la percepción y la aplicación del Diseño de Experimentos en su área de conocimiento. El estudio se realizó en la asignatura de Estadística en segundo curso del Grado en Ingeniería Aeroespacial en el que participaron 103 estudiantes. La mayoría de los encuestados manifestaron que la innovación aplicada, mejoró la asimilación de los conceptos de esta técnica.

Palabras clave: Estadística, Diseño de Experimentos, Proyecto de Innovación y Mejora Educativa, Ingeniería Aeroespacial.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El Diseño de Experimentos es una técnica estadística sistemática cuyo objetivo es realizar una serie de pruebas en las que se inducen cambios deliberados para averiguar si determinados factores influyen en la variable de interés o de estudio y, si existe influencia de algún factor en el proceso o producto, cuantificarla (González-Hernández, 2014).

En el campo de la Ingeniería Aeroespacial, esta herramienta tiene un papel fundamental en el proceso de calidad ya que determina las condiciones óptimas. Este hecho permite mejorar o

desarrollar nuevos sistemas de fabricación, diseño de productos, etc. (Montgomery, 2001; Pérez et al. 2009).

La formación de los estudiantes en esta técnica durante el Grado es, por tanto, fundamental para su futuro profesional. El objetivo general de este trabajo fue investigar cómo a través de un Proyecto de Innovación Docente los estudiantes mejoraron la percepción y la aplicación del Diseño de Experimentos en el área de la Ingeniería Aeroespacial. Además, se realizó un estudio descriptivo para evaluar la frecuencia de aquellas mejoras elegidas por los estudiantes a realizar en el diseño de prototipo de planeador inicial. Finalmente, se evaluó el trabajo en equipo y el grado de diversión y motivación de las sesiones realizadas.

METODOLOGÍA

2.1 Asignatura.

El Proyecto se realizó durante el curso académico 2021-2022 entre los meses de febrero y junio en la asignatura de Estadística que se imparte el Cuatrimestre B.

2.2 Participantes.

En el estudio participaron 103 estudiantes de segundo curso del Grado en Ingeniería Aeroespacial de la Universitat Politècnica de València.

Los alumnos trabajaron en grupos de 5 personas donde en cada grupo había un representante.

2.3 Proyecto de Innovación y Mejora Educativa.

Para realizar el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) o Proyecto de Innovación Docente, este se estructuró en cinco sesiones (Figura 1). Cada sesión se realizó después de que los conceptos fueron desarrollados en la clase de teoría y trabajados los procedimientos en las sesiones prácticas.



Figura 1. Sesiones del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME).

El objetivo general del proyecto, fue mejorar el tiempo y el alcance de vuelo de un prototipo inicial de planeador a través de los conceptos impartidos en la asignatura: Estadística Descriptiva, Distribuciones de Probabilidad, ANOVA, Diseño de Experimentos y Análisis de Regresión.

2.4 Brainstorming y Diseño de Experimentos.

Tras construir y evaluar el prototipo inicial en las sesiones 1, 2 y 3 (Figura 1) y analizar qué posibles factores podían influir en el tiempo de vuelo y el alcance, se realizó el diseño de experimentos.

Para la aplicación de esta herramienta en la asignatura de Estadística la cuarta sesión se dividió en dos partes. En la primera, los alumnos realizaron un *Brainstorming* y construyeron las mejoras elegidas a realizar en el prototipo inicial y en la segunda se efectuaron los lanzamientos y se aplicó el diseño de experimentos utilizando el software Statgraphics Centurion XVIII.

La elección de las mejoras se realizó a través de un diagrama de Ishikawa y tres mejoras fueron aplicadas al prototipo inicial. Estas modificaciones debían ser reversibles y no se podía variar la envergadura.

2.5 Aplicación del Diseño de Experimentos para mejorar el prototipo.

El diseño de experimentos para determinar el tratamiento óptimo que utilizaron los estudiantes fue un Plan 2^k , un plan factorial equilibrado con k factores en el que cada factor se consideró a 2 niveles. Cada factor fue considerado categórico.

En total se obtuvieron 8 tratamientos y para obtener el tiempo de vuelo y el alcance se realizaron 3 réplicas de cada uno de ellos. Tras aplicar el Diseño de Experimentos se determinó el tratamiento óptimo.

Se les pidió a los alumnos que realizaran fotografías y videos del proceso de construcción del planeador y los lanzamientos para la entrega del informe final.

2.6 Recogida de evidencias y análisis de datos.

Para evaluar si los objetivos propuestos en el proyecto habían sido alcanzados por los estudiantes, se realizó un cuestionario a través del programa Google Forms.

Cada una de las cuestiones estaba constituida por una escala Likert con 5 opciones posibles. Además, se realizó también un estudio descriptivo de los factores elegidos por los alumnos en la mejora del prototipo del planeador inicial y se investigó el grado de diversión y motivación del alumnado durante esta etapa del Proyecto de Innovación Docente.

RESULTADOS

3.1 Mejoras realizadas en el prototipo.

Los diferentes grupos de trabajo elaboraron un diagrama de Ishikawa para establecer aquellos factores que podían mejorar el tiempo y el alcance de vuelo del prototipo construido inicialmente.

Tras la realización de este, la forma del morro, el tamaño del ala y el centro de gravedad fueron los factores más elegidos por los estudiantes para modificar en el prototipo inicial con un porcentaje de 61,60%; 59,20% y 51,50% respectivamente (Figura 2).

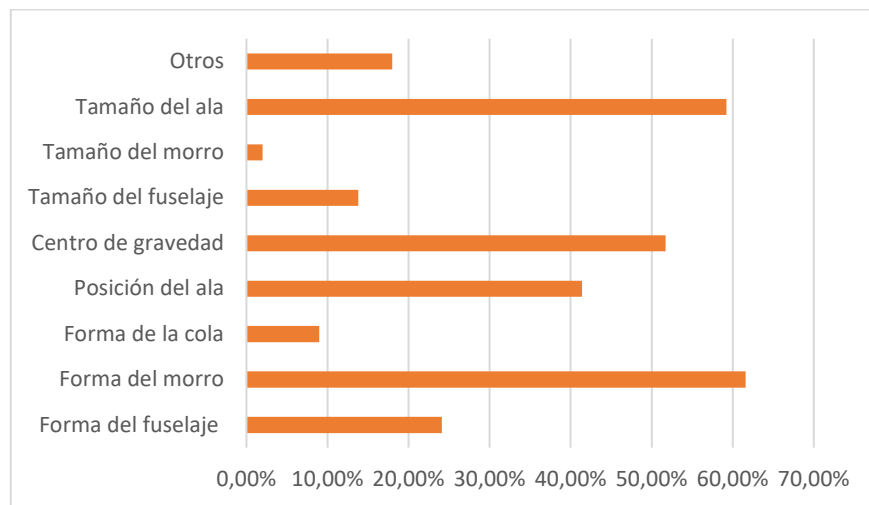


Figura 2. Frecuencia de las mejoras realizadas por los estudiantes en el prototipo inicial.

3.2 Proyecto de innovación docente-diseño de experimentos.

A la pregunta ¿crees que la aplicación del diseño de experimentos en la mejora del planeador te ha ayudado a adquirir mejor los conocimientos sobre esta técnica estadística?, un 58,36 % y un 37,76% de los encuestados estuvo de acuerdo y completamente de acuerdo (Figura 3).

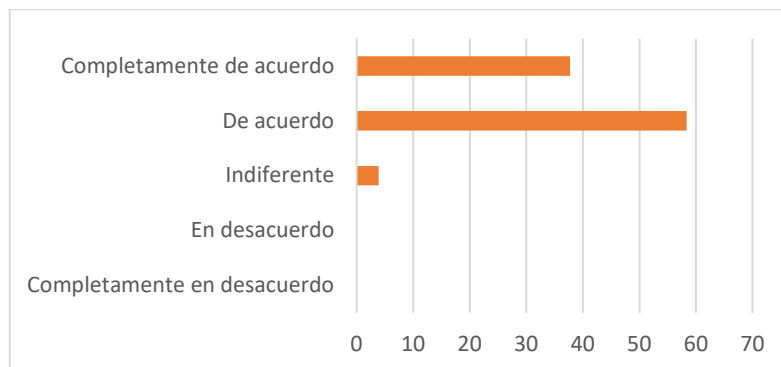


Figura 3. Valoración por parte de los estudiantes en la mejora en la adquisición de conocimientos del Diseño de Experimentos tras la aplicación del Proyecto de Innovación Docente.

3.3 Trabajo en equipo.

Para evaluar esta variable, las opciones de la escala Likert fueron: no satisfecho, poco satisfecho, moderadamente satisfecho, muy satisfecho y extremadamente satisfecho. El 31,97% y el 42,62% de los alumnos señalaron las dos últimas (Figura 4).

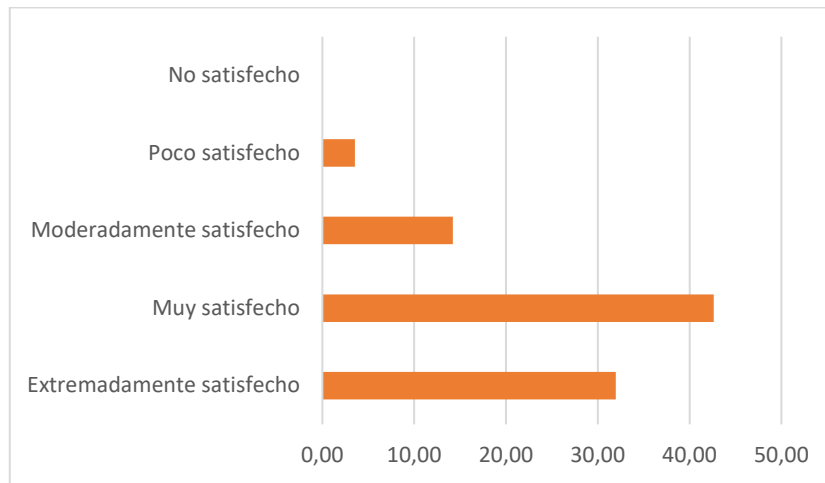


Figura 4. Grado de satisfacción de los estudiantes respecto al trabajo en equipo.

3.4 Grado de diversión y motivación.

El grado de diversión y motivación que los alumnos experimentaron en las sesiones dedicadas al diseño de experimentos, fueron medidos en cinco niveles: ninguno, bajo, medio, alto y muy alto. El 73,1% y 86,39% de los alumnos señalaron las dos últimas opciones considerando la innovación docente motivadora y divertida (Figura 5).

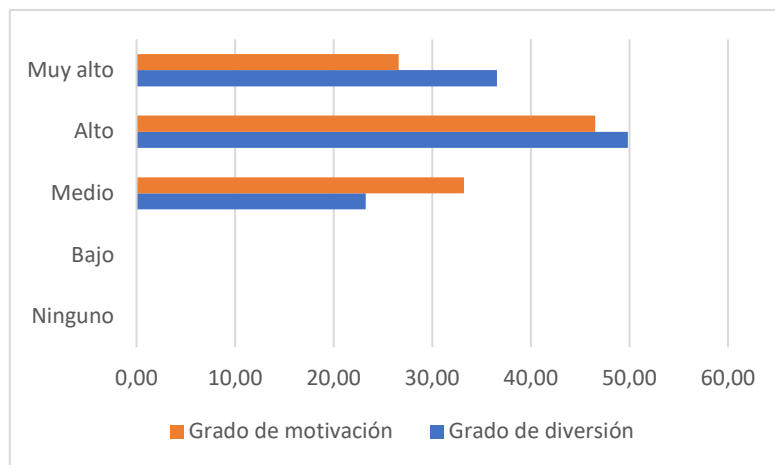


Figura 5. Grado de motivación y diversión experimentados por los estudiantes tras aplicar el Proyecto de Innovación Docente en el Diseño de Experimentos.

3.3 El Diseño de Experimentos como herramienta para un futuro profesional.

Tras finalizar el análisis de los datos y el uso del Diseño de Experimentos para optimizar el tiempo de vuelo y el alcance del planeador, todos los alumnos consideraron que es una técnica estadística muy útil para su futuro profesional.

3. CONCLUSIONES

Los universitarios del siglo XXI necesitan nuevas metodologías para adquirir los conocimientos impartidos en el Grado por lo que la innovación educativa constituye un espacio de búsqueda para la mejora en la educación. En esta investigación se ha visto cómo nuevas formas de trabajo por parte del docente, pueden optimizar el proceso de aprendizaje del estudiante.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño por la colaboración en la realización de este proyecto. Este estudio ha sido financiado por La Universitat Politècnica de València, con el apoyo de la Comisión de Evaluación y Seguimiento de Proyectos de Innovación (CESPIME) y del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) (PIME-265).

REFERENCIAS

González Hernández, I.J (2014). *Boletín Científico—Ingenio y Conciencia No. 1*. Recuperado 20 de mayo de 2022, de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/sahagun/n1/e1.html>

Montgomery, D. C. (2013). *Design and analysis of experiments* (Eighth edition). John Wiley & Sons, Inc.

Pérez, G., Arango, M. D., & Agudelo, Y. (2009). Aplicación del diseño de experimentos para el análisis del proceso de doblado. *Revista EIA, 11*, 145-156.

Utilización de la gamificación en asignaturas prácticas del grado de ingeniería mecánica

S. Montava-Jorda^a, M.A. Selles^a, S. Sanchez-Caballero^a, M.A. Peydro-Rasero^a y F. Parres-García^a

^aDepartamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universitat Politècnica de València (Escuela Politécnica Superior de Alcoy), Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801, Alcoy, España.

Abstract

This work aims to expose the experience carried out in one of the subjects of the mechanical engineering degree as the results of this and the opinion of the students involved during the first years of application. The experience consisted of using the Kahoot! to verify that the theoretical concepts explained had been assimilated and increase the interest of the students in the practical classes.

Keywords: Gamification, mechanical engineering, active methodologies, motivation.

Resumen

En este trabajo se pretende exponer la experiencia realizada en una de las asignaturas del grado de ingeniería mecánica así como los resultados de esta y la opinión del alumnado implicados durante los primeros años de aplicación. La experiencia consistía en utilizar la aplicación Kahoot! para comprobar que se habían asimilado los conceptos teóricos explicados y además aumentar el interés del alumnado en las clases prácticas.

Palabras clave: Gamificación, ingeniería mecánica, metodologías activas, motivación.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El siguiente trabajo se centra en evaluar la evolución durante el curso 2020-2021 de implantación de la experiencia piloto en la asignatura Teoría y Diseño de Máquinas (en adelante TDM) del Grado de Ingeniería Mecánica de la Universitat Politècnica de València. Según el plan de estudios actual consta de un total de 9,0 créditos ETCS (European Credits Transfer System) repartidos en 4,5 créditos para la parte teórica y 4,5 créditos para la práctica, por tanto, para poder superar la asignatura son igual de importantes ambas partes como ya se ha comentado en diferentes trabajos sobre la misma asignatura (Montava Jordá et al., 2019).

Las sesiones prácticas de TDM suelen dividirse en dos partes: una parte inicial para explicar los conceptos teóricos y la segunda parte práctica para aplicar estos conceptos en ejercicios prácticos con programas informáticos. Por regla general, en grupos tan masificados es complicado que el alumnado escuche y esté suficientemente atentos en clase debido a gran cantidad de distracciones presentes. Se trata de una problemática bastante común en la

docencia pero además suele ser uno de los desencadenantes de los retrasos en el aprendizaje y, en consecuencia, del fracaso escolar (VIU., 2016).

Tras realizar un estudio sobre diferentes plataformas disponibles se optó por utilizar Kahoot! primeramente por recomendaciones de varios compañeros del mismo grupo de trabajo que ya han observado mejoras tanto en la participación como en la asimilación de conceptos (Sellés Cantó et al., 2016), como por diferentes trabajos realizados en nuestra universidad (UPV) y sobre todo porque presenta una versión web evitando la utilización de los dispositivos móviles del alumnado que es una de las principales distracciones en el aula para estos como se ha comentado en diferentes estudios (Carcelén et al., 2019; Juárez et al., 2015; Martínez-Rodrigo et al., 2019).

El objetivo principal de este trabajo es evaluar la evolución la utilización de la gamificación para verificar si se están afianzando los conceptos teóricos de las sesiones prácticas de la asignatura TDM así como para mejorar la motivación, el aprendizaje y la competitividad del alumnado al plantearles una recompensa a las mejores puntuaciones.

A partir de este objetivo principal surgen otros objetivos específicos como:

- Analizar y evaluar los resultados obtenidos por parte del alumnado de los concursos realizados con la plataforma Kahoot! para cada uno de los grupos de prácticas.
- Analizar y evaluar la opinión del alumnado al terminar esta actividad con la ayuda de encuesta de satisfacción anónima realizada con la aplicación Formularios de Google.

2. METODOLOGÍA

Durante el curso que se decidió implantar la iniciativa 2019-2020 se matricularon un total de 127 alumnos repartidos en cuatro grupos de prácticas y la intención era comparar los resultados del alumnado del siguiente curso 2020-2021 en este caso fueron un total de 125 alumnos también repartidos en cuatro de prácticas.

La experiencia consistía en una de las sesiones prácticas de la asignatura TDM mediante la versión web de la aplicación Kahoot! realizar un pequeño concurso con un cuestionario de 10 preguntas relacionadas con la primera parte teórica de la sesión. Las preguntas consistían en relacionar conceptos o realizar pequeños cálculos con los conceptos previamente vistos. Para aumentar la competitividad y motivación se decidió dar como recompensa 0,1 puntos sobre la nota final del apartado de prácticas en el cuatrimestre que se realizó la experiencia. Al finalizar la sesión se les invito a realizar una encuesta de satisfacción para evaluar su opinión y poder detectar puntos de mejora en la experiencia.

3. RESULTADOS

Como ya se ha descrito anteriormente en el trabajo se han podido obtener resultados tanto de los cuestionarios realizados con la herramienta Kahoot! como de la encuesta de satisfacción que se realizaron a el alumnado que participaron en la experiencia los cuales se muestran en los siguientes apartados.

3.1 Resultados de los concursos de Kahoot!

Las preguntas que se realizaron en los concursos de Kahoot! se puede apreciar en la Tabla 1 y fueron las mismas para todos los grupos de prácticas y en ambos cursos pero las respuestas estaban ordenadas de forma aleatoria. Por un lado se pueden apreciar cuales son las preguntas más difíciles con lo que nos orienta para futuros cursos a profundizar más y por otro lado se observa que la gran mayoría de las preguntas han contestado satisfactoriamente por la mayoría del alumnado por lo que sí que se afianzan los conceptos.

Tabla 1. Resultados de los diferentes concursos número de respuestas correctas por alumno.

Número de preguntas	Texto pregunta	Tipología	Aciertos del curso 2019-2020	Aciertos del curso 2020-2021
P1	La relación de transmisión (i) es la relación de velocidades angulares ($i = W_e/W_s$) o también:	Relacionar	68%	91%
P2	¿El número de dientes del engranaje intermedio afecta a la relación de transmisión?	Categorica (Si/No)	84%	78%
P3	¿Cuál de las siguientes transmisiones tiene peor libertad de disposición?	Relacionar	79%	78%
P4	Según la imagen, ¿en qué tipos de engranajes los ejes de giro se cruzan?	Categorica (Si/No/Tal vez)	37%	57%
P5	¿Cuál es la relación de transmisión?	Cálculo	79%	96%
P6	¿Cuál es la velocidad de la conducida?	Cálculo	45%	61%
P7	¿Cuál es la relación de transmisión?	Cálculo	79%	87%
P8	¿Cuál es la velocidad de la conducida?	Cálculo	56%	70%
P9	¿Cuál es la relación de transmisión?	Cálculo	47%	48%
P10	¿Cuál es la velocidad de la conducida?	Cálculo	58%	70%
TOTAL			63 %	73 %

3.2 Resultados de la encuesta de satisfacción

La encuesta se realizó con la herramienta de Google Forms de forma totalmente anónima para garantizar la veracidad de las respuestas y que el alumnado no se sintiese coaccionado, de hecho, no todos los alumnos que realizaron el concurso Kahoot! realizaron la encuesta de satisfacción. La encuesta constaba de 5 preguntas en las que 4 de ellas eran obligatorias y la última de respuesta abierta y opcional.

A continuación se muestran tanto las preguntas como los resultados de la encuesta de satisfacción se muestran a continuación siendo 80 respuestas para el curso 2019-2020 y 74 respuestas para el curso 2020-2021.

En la Fig. 1 se observan los resultados a la primera pregunta: ¿Te ha gustado utilizar KAHOOT en las prácticas de TDM? Donde la puntuación 1 equivale a NADA y la de 5 equivale a MUCHO, si se comparan ambos cursos la tendencia es similar y a la mayoría le ha gustado bastante o mucho.

P1. ¿Te ha gustado utilizar KAHOOT en las prácticas de TDM?

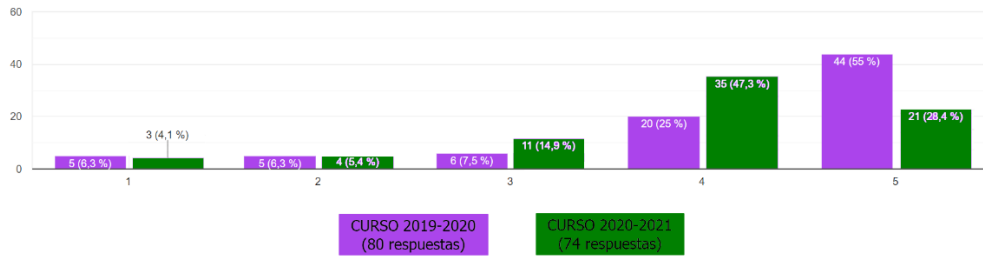


Fig. 1. Resultados a la pregunta 1.

En la Fig. 2 se observan los resultados a la segunda pregunta: ¿Piensas que podría ser una buena herramienta para evaluar si se han afianzado los conceptos teóricos? Donde el 65% para el curso 2019-2020 y el 45,9% para el curso 2020-2021 piensan que sí podría ser una buena herramienta para afianzar los conceptos teóricos es un buen indicador.

P.2 ¿Piensas que podría ser una buena herramienta para evaluar si se han afianzado los conceptos teóricos?



Fig. 2. Resultados a la pregunta 2.

En la Fig. 3 se observan los resultados a la tercera pregunta: ¿Te gustaría que repitiera la experiencia en más sesiones? Donde se puede apreciar que el 71,3% y el 65% les gustaría repetir la experiencia en más sesiones para cada uno de los cursos es un indicativo para plantearse el replicar la experiencia a más sesiones e incluso a más asignaturas.

P.3 ¿Te gustaría que repitiera la experiencia en más sesiones?



Fig. 3. Resultados a la pregunta 3.

En la Fig. 4 se observan los resultados a la cuarta pregunta: Bajo tu punto de vista, ¿se debería premiar a los mejores resultados del KAHOOT con algún porcentaje de la nota final de la asignatura? Donde se observan resultados similares a las preguntas anteriores, donde el 63,7% y el 50% piensan que sí que debe haber una recompensa como era de esperar esa motivación extra también ha gustado

P.4 Bajo tu punto de vista, ¿se debería premiar a los mejores resultados del KAHOOT con algún porcentaje de la nota final de la asignatura?



Fig. 4. Resultados a la pregunta 4.

En la tabla 2 se muestran las respuestas a la quinta pregunta: Sí tienes algún comentario tanto positivos como negativos al respecto puedes indicarlos en esta pregunta. Al tratarse de una pregunta opcional permitió a los participantes dar su opinión al respecto y recoger sus feedback tanto positivo como negativo al respecto muy interesante para poder mejorar esta experiencia. Solamente se han mostrado algunas de las respuestas de cada curso incluyendo tanto valoraciones positivas como negativas de las 13 y las 16 respuestas de cada curso.

Tabla 2. Respuestas a la pregunta P5 de la encuesta.

Participante	Curso	Respuesta
1	2019/2020	Motiva a el alumnado a prestar atención por la competitividad que genera
2	2019/2020	Creo que es poco tiempo para algunas preguntas.
3	2019/2020	Me gusta, te hace estar más motivado para atender en clase
4	2019/2020	Me parece que favorece el dinamismo de la clase
5	2019/2020	Me gusta esta dinámica de aprendizaje
6	2020/2021	Kahoot! permite al alumnado competir entre ellos y forzarse a sí mismos a mejorar frente a sus compañeros lo que hace que aumente su rendimiento en interés
7	2020/2021	Me parece un incentivo muy bueno
8	2020/2021	Me parece una buena herramienta para motivar al alumnado
9	2020/2021	No solo premiar a la puntuación más alta, sino a dos o tres personas en total, ya que el Kahoot! otorga la puntuación según el tiempo que tardas en responder bien.
10	2020/2021	Muy beneficioso

4. CONCLUSIONES

Tras finalizar y analizar en más detalle los resultados tanto de la actividad como de la encuesta de satisfacción de ambos cursos podemos concluir la utilización de la herramienta Kahoot! para afianzar los conceptos teóricos en las prácticas de la asignatura “Teoría y Diseño de Máquinas” ha sido una experiencia muy positiva.

Por un lado si nos fijamos en los resultados de la actividad en cuestión se han podido detectar en que preguntas han fallado más alumnos lo cual nos permite obtener un indicador directo de los conceptos que no han quedado suficientemente claros pero se puede apreciar una tendencia positiva en el número de respuestas correctas por lo que sí que se están afianzando los conceptos teóricos.

Respecto a los resultados de la encuesta de satisfacción se puede apreciar que la gran mayoría de los participantes les ha parecido una actividad divertida y motivadora que les permite comprobar sí realmente han alcanzado los conocimientos que se esperaba que adquirieran.

Tras la buena sensación de la experiencia ha quedado abierta una línea de trabajo futura en la que se realice un seguimiento de los resultados de esta y se puedan incluir nuevas aportaciones.

5. AGRADECIMIENTOS

Este artículo ha sido apoyado por la Universitat Politècnica de València, en particular por el Vicerrectorado de Recursos Digitales y Documentación y el Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación en el marco de la Convocatoria Aprendizaje + Docencia (Convocatoria A+D 2019: Aprendizaje + Docencia. Proyectos de Innovación y Mejora Educativa) y Código del Proyecto: B193. Los autores quieren agradecer el apoyo del Instituto de Ciencias de la Educación, la Comisión de Evaluación y Seguimiento de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (CESPIME) y la Escuela Politécnica Superior de Alcoy.

6. REFERENCIAS

- Carcelén, S., Mera, M. & Irisarri, J. A. (2019). El uso del móvil entre los universitarios madrileños: una tipología en función de su gestión durante el tiempo de aprendizaje. *Communication & Society*, 32(1), 199-211.
- Juárez, A. M. P., Flores, D. J. V. & Calderón, Y. I. P. (2015). Los medios distractores en el aula de clase. *Universidad y Ciencia*, 8(13), 51-59.
- Martínez-Rodrigo, E., Jiménez, J. M.-C. & Lombardo, M. A. M.-C. (2019). Análisis del uso de dispositivos móviles en las aulas universitarias españolas. *Revista Latina de Comunicación Social*(74), 997-1013.
- Montava Jordá, S., Sánchez Caballero, S. Sellés Cantó, M. Á. & Martínez Sanz, A. V. (2019). Implementación de las tareas semanales mediante la plataforma PoliformaT para la mejora de resultados en el aprendizaje por proyectos. IN-RED 2019. V Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red,
- Sellés Cantó, M. Á., Sánchez Caballero, S. & Pérez Bernabeu, E. (2016). Aplicación de la plataforma KAHOOT en asignaturas de Ingeniería de Fabricación. IN-RED 2016. II Congreso nacional de innovación educativa y docencia en red,
- VIU., U. I. d. V. (2016). *Causas de la falta de atención en clase*. Obtenido el 20/mar/2020 de <https://www.universidadviu.es/causas-de-la-falta-de-atencion-en-clase/>

Coordinación vertical entre las asignaturas de Ciencia de Materiales e Ingeniería de Fabricación impartidas en cursos sucesivos en el grado en Ingeniería Mecánica

A. I. Fernández-Abia, M. A. Castro-Sastre, J. Barreiro y P. Rodríguez-Mateos

Ingeniería de los Procesos de Fabricación. Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial. Universidad de León. 24071. León. aifera@unileon.es.

Abstract

This paper presents the work of vertical coordination in the subjects of Materials Science and Manufacturing Engineering, taught in successive courses in Mechanical Engineering degree. Two activities have been developed to give continuity to the knowledge studied in both subjects. The activities have been a scientific poster and field work. The results showed that the students related the knowledge acquired in both subjects.

Keywords: Vertical Coordination, Skills, Scientific Poster, Field work.

Resumen

Se presenta el trabajo de coordinación vertical en las asignaturas de Ciencia de Materiales e Ingeniería de Fabricación, impartidas en cursos sucesivos en el grado en Ingeniería Mecánica. Se han desarrollado dos actividades para dar continuidad a los conocimientos estudiados en ambas asignaturas. Las actividades han sido un poster científico y un trabajo de campo. Los resultados evidenciaron que los estudiantes relacionaron el conocimiento adquirido en ambas asignaturas.

Palabras clave: Coordinación Vertical, Competencias, Poster Científico, Trabajo de Campo.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los planes de estudios están diseñados siguiendo el Aprendizaje Basado en Competencias (ABC) (Villa, 2007). Estas competencias se engloban en transversales y específicas y en ocasiones aparecen en varias asignaturas de cursos diferentes dentro de una misma titulación. Por lo tanto, es necesario que los profesores implicados en la docencia de las asignaturas con competencias coincidentes se coordinen para establecer la forma en la que se deben adquirir y evaluar dichas competencias en cada una de las asignaturas, realizando proyectos que den continuidad en la formación del alumno, evitando un conocimiento fragmentado y estanco, fomentando una visión global que permita relacionar unas disciplinas con otras (Pou, 2008; Pou 2009).

Varias son las actividades que se utilizan en las aulas universitarias para abordar las competencias que ha de adquirir el alumno. Entre ellas, una de las actividades es el uso del poster científico, a partir del cual el alumno se enfrenta al manejo de recursos bibliográficos, desarrolla la capacidad de seleccionar y filtrar información, desarrolla el pensamiento crítico, la capacidad de síntesis y las habilidades de presentación y comunicación (Canales, 2013). Además, en la bibliografía docente se refleja que los propósitos de la enseñanza deben extenderse más allá de los contenidos curriculares circunscritos al aula. En este sentido, el trabajo de campo es una actividad ampliamente utilizada con este propósito, ya que es una manera de que el alumno verifique en un contexto real lo que se expone de forma teórica en el aula (Montilla, 2005).

Es evidente el papel fundamental de la coordinación vertical entre los docentes implicados en las asignaturas de una misma titulación para crear un modelo de aprendizaje integral y de continuidad, que permita relacionar los contenidos de las diferentes materias evitando contradicciones, solapamientos y vacíos de contenidos. Desde esta perspectiva, profesores del Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, se plantearon la creación de actividades docentes de coordinación vertical en dos asignaturas del Grado de Ingeniería Mecánica impartido en la universidad de León. La experiencia que se presenta pretende establecer una conexión entre la asignatura de Ciencia de Materiales, impartida en segundo curso, y la asignatura de Ingeniería de Fabricación, impartida en tercer curso de dicho grado. Se trata de dos asignaturas estrechamente relacionadas entre sí y es fundamental que el alumno sepa relacionar y trasladar el conocimiento de los materiales y sus propiedades con las transformaciones que sufren cuando son procesados. Los profesores han detectado, a lo largo de su experiencia docente en estas asignaturas, que los alumnos no son capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en la asignatura de segundo curso a los temas estudiados en la asignatura de tercer curso, provocando retraso en el aprendizaje y falta de profundización en los temas estudiados. Por este motivo, se realiza esta experiencia de trabajo coordinado que pretende favorecer la traslación del conocimiento, fomentando la continuidad de los conceptos tanto teóricos como prácticos ayudando al alumno a relacionar ambas disciplinas.

El propósito de esta coordinación se fundamentó en base a los siguientes objetivos:

- Dar continuidad al aprendizaje de los contenidos de la asignatura de segundo curso, evitando el conocimiento fragmentado.
- Evaluar la idoneidad de la secuencia temporal de las asignaturas en el plan de estudios.
- Favorecer la adquisición de competencias relacionadas con iniciativa, análisis, capacidad de síntesis, de trabajo en grupo y comunicación oral. y escrita.
- Buscar una conexión entre el aprendizaje por parte de los estudiantes en el aula y el aprendizaje real con un acercamiento a la empresa.

METODOLOGÍA

La experiencia se desarrolló en el Grado en Ingeniería Mecánica, en las asignaturas de Ciencia de Materiales, de segundo curso, con 57 alumnos, e Ingeniería de Fabricación, de tercer curso, con 53 alumnos. La coordinación realizada se estructura en base a las siguientes tareas:

- a) Análisis de las competencias asociadas a cada asignatura, identificación de las competencias comunes y determinación del grado de adquisición. Las competencias comunes en ambas asignaturas son las siguientes:
- Conocimientos y capacidades para la aplicación de la ingeniería de materiales.
 - Capacidad para el análisis, síntesis, resolución de problemas y la toma de decisiones.
 - Capacidad para comunicar y transmitir de forma oral o por escrito conocimientos y razonamientos derivados de su trabajo individual o en grupo de forma clara y concreta.
- b) Elección de las actividades y desarrollo de la metodología y sistema de evaluación. Se analizaron diferentes tipos de actividades y finalmente se seleccionaron las actividades de “Póster científico” a desarrollar por los alumnos de segundo curso y la actividad de “Trabajo de campo” a desarrollar por los alumnos en tercer curso. La elección de estas actividades se basó fundamentalmente por tratarse de metodologías adecuadas para la adquisición de las competencias descritas anteriormente.

En la Tabla 1 se muestra de forma esquemática el diseño de cada una de las actividades.

Tabla 1. Diseño y desarrollo de las actividades

PÓSTER CIENTÍFICO	TRABAJO DE CAMPO
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actividad grupal (3 alumnos por grupo) ✓ Semipresencial, supervisada por el profesor ✓ 4 horas presenciales 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actividad grupal (3 alumnos por grupo) ✓ No presencial, supervisada por el profesor
DESARROLLO	
<p>Elaboración de un póster científico que refleje el proceso de selección del material más adecuado para la fabricación de una pieza o producto.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sesiones prácticas con el software Ces-EduPack para la selección de materiales. ▪ Elaboración del póster (primera entrega) ▪ Tutoría / Retroalimentación ▪ Revisión y mejora del póster (entrega final) ▪ Defensa/Exposición oral del trabajo 	<p>Visita a una fábrica y elaboración de un trabajo que recoja el proceso real de fabricación de una pieza o componente.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Visitar una fábrica (realizar una entrevista, toma de fotos/vídeo). ▪ Elaboración de la documentación (primera entrega) ▪ Tutoría / Retroalimentación ▪ Revisión y mejora de la documentación (entrega final) ▪ Defensa/Exposición oral del trabajo

Para evaluar ambas actividades se hace uso de las rúbricas que están disponibles para los alumnos. Estas rúbricas incluyen indicadores para valorar el contenido del informe o el póster, según corresponda, y la exposición y defensa oral del trabajo. Se realiza una evaluación continuada, y no solamente se valora el documento final entregado, sino que también se consideran las entregas intermedias que se tienen que presentar en unos plazos establecidos.

En los siguientes apartados se describe en detalle cada una de las actividades.

1.1. Descripción de la actividad “Póster científico”

La asignatura “Ciencia de materiales” desarrolla contenidos que conducen al estudiante hacia el análisis, reflexión y toma de decisiones a la hora de seleccionar el material más adecuado para una aplicación determinada. De esta forma se plantea la idea de implicar a los alumnos en la realización de un poster científico sobre el proceso de selección del material más adecuado para la fabricación de una pieza o un producto, previamente elegida por el alumno. Esta actividad la realizan en grupos de tres alumnos y tiene carácter semipresencial, con 4

horas presenciales. Durante estas horas el profesor da pautas para elaborar un poster indicando las partes que debe de incluir (título, introducción, objetivos, metodología, resultados, conclusiones y bibliografía) y se realizan las prácticas de selección de materiales en el aula de informática. Se estima una dedicación de 16 horas fuera del aula, realizando distintas tareas como revisión bibliográfica, elaboración de un marco teórico, análisis de datos con software específico (cesEdupack, matweb, matdat...), discusión de los resultados y elaboración de las conclusiones.

1.2. Descripción de la actividad “Trabajo de campo”

La actividad que se propone se ha diseñado para que el alumno pueda dar continuidad al trabajo realizado en el curso anterior y lo complete con los contenidos correspondientes a la asignatura de tercer curso. En concreto, el alumno deberá de utilizar el conocimiento adquirido en relación con el proceso de selección de un material y aplicarlo al proceso de fabricación de una pieza o un producto real. Para realizar la actividad cada grupo de alumnos debe buscar una empresa y concertar una visita para poder ver de primera mano el proceso completo de fabricación de un producto. Con esta actividad se involucra al alumno en una fase de formación académica que implica la conexión con la realidad industrial, de modo que el alumno conoce de cerca el entorno laboral y a los especialistas que desarrollan el trabajo en una industria y abordan problemas reales de la empresa.

La actividad también se realiza en grupos de tres alumnos y se trata de un trabajo no presencial, que el alumno realiza fuera del aula, aunque está supervisada por el profesor. Se estima una dedicación media de 20 horas para el total de las tareas que tiene que realizar cada alumno. La actividad se realiza a lo largo del semestre, en tres etapas, marcando hitos intermedios con entregables, de modo que el trabajo se va realizando secuencialmente y con una corrección y realimentación por parte del profesor. En la Tabla 3 se recogen las tres etapas y las tareas a realizar en cada una de ellas.

Tabla 3. Etapas para la realización del trabajo de Campo

1º	PREPARACIÓN DE LA VISITA		
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Búsqueda de una empresa con actividad industrial y establecer contacto para concertar una visita y una entrevista. ✓ Búsqueda de información sobre la actividad de la empresa y los sistemas de fabricación que utilizan. ✓ Preparación de las preguntas para realizar en la entrevista. Entre otras pueden ser las siguientes: 		
2º	VISITA A LA EMPRESA		
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Toma de imágenes / Grabación de vídeo ✓ Recogida de información ✓ Realizar la entrevista. Las preguntas, entre otras, pueden ser: <table style="width: 100%; border: none;"> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p><u>Preguntas de carácter general:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nº de trabajadores • Sectores industriales a los que suministran • Grado de internacionalización / exportación • Grado de automatización de la empresa • Gestión medioambiental • ... </td> <td style="vertical-align: top;"> <p><u>Preguntas relacionadas con el proceso de fabricación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo y coste de fabricación • Producción (tamaño de lote) • Principal limitación/problema de las etapas del proceso • Cuellos de botella • Principales defectos obtenidos en las piezas • ... </td> </tr> </tbody> </table> 	<p><u>Preguntas de carácter general:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nº de trabajadores • Sectores industriales a los que suministran • Grado de internacionalización / exportación • Grado de automatización de la empresa • Gestión medioambiental • ... 	<p><u>Preguntas relacionadas con el proceso de fabricación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo y coste de fabricación • Producción (tamaño de lote) • Principal limitación/problema de las etapas del proceso • Cuellos de botella • Principales defectos obtenidos en las piezas • ...
<p><u>Preguntas de carácter general:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nº de trabajadores • Sectores industriales a los que suministran • Grado de internacionalización / exportación • Grado de automatización de la empresa • Gestión medioambiental • ... 	<p><u>Preguntas relacionadas con el proceso de fabricación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo y coste de fabricación • Producción (tamaño de lote) • Principal limitación/problema de las etapas del proceso • Cuellos de botella • Principales defectos obtenidos en las piezas • ... 		
3º	POSTERIOR A LA VISITA		
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Completar la información con fuentes bibliográficas, software CesEdupack, ... ✓ Elaborar el documento escrito (incluyendo los ítems que se indican en la escala de valoración) ✓ Editar el vídeo y/o fotos ✓ Preparar la defensa oral del trabajo. 		

RESULTADOS

Los resultados de la experiencia que presentamos han sido motivadores y satisfactorios tanto para el profesorado implicado como para los estudiantes en ambas actividades. Con la actividad de póster científico los alumnos han trabajado la búsqueda de información de diferentes fuentes realizando una valoración crítica y han plasmado los resultados en distintos formatos (figuras, gráficas, tablas...). Además, han aprendido a manejar software específico para la selección del material. Para la actividad del Trabajo de Campo, en relación con el objetivo de dar continuidad al aprendizaje de los contenidos de la asignatura de segundo curso, se ha observado que los alumnos han integrado y relacionado el conocimiento adquirido sobre los materiales aplicándolo al caso concreto trabajado en esta actividad. Esta integración se ha plasmado en una mejora de las calificaciones obtenidas por los estudiantes del curso en el que se ha desarrollado esta actividad de coordinación. En la Fig. 1 se recogen las calificaciones de los ítems relacionados con la selección de materiales y de los ítems relacionados con la presentación oral del trabajo. Se muestran los resultados correspondientes al curso en el que se ha implementado la coordinación (curso 21-22) y los correspondientes al curso anterior (curso 20-21). Se observa que las calificaciones obtenidas en los tres ítems que están relacionados con la selección de materiales son superiores para el curso 21-22 en el que se aplicó la coordinación vertical. Además, también se han obtenido valoraciones superiores en la evaluación de la presentación oral del trabajo. Esto último es debido a que la experiencia previa adquirida en la presentación del póster influye positivamente en las destrezas adquiridas por los alumnos para afrontar una presentación oral.

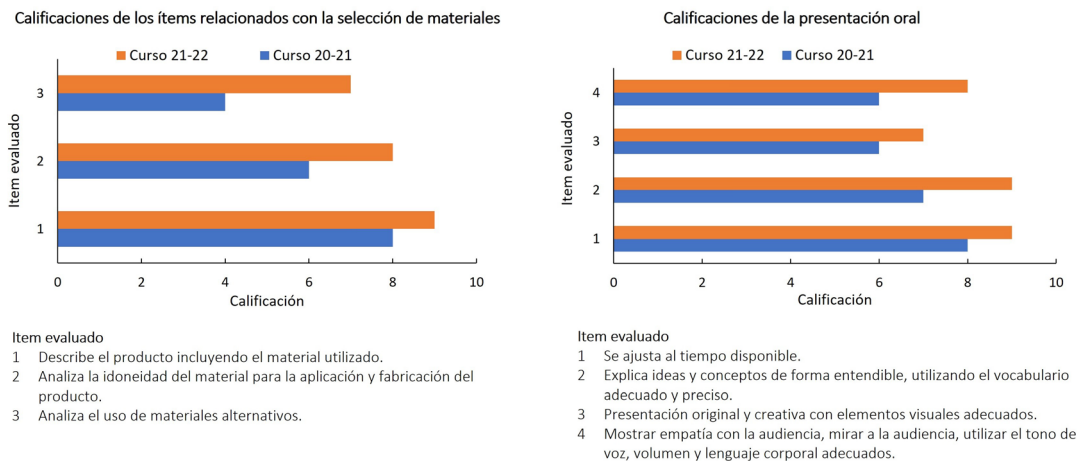


Fig. 1. Calificaciones obtenidas en el Trabajo de Campo en los ítems correspondientes a Selección de materiales y a la presentación oral.

Además, se ha detectado un aumento del interés e implicación de los estudiantes con la asignatura de tercer curso una vez que han realizado la visita a la empresa. Este interés se ha observado, entre otras cosas, por la mayor participación en el aula realizando preguntas muy interesantes y relacionadas con los temas vistos en las empresas que han visitado. Se trata de una actividad que permite un medio de aprendizaje dinámico y motivador que rompe con la

monotonía del aula, facilitando la integración de los conocimientos adquiridos en distintas disciplinas.

CONCLUSIONES

Las actividades propuestas son adecuadas para un aprendizaje interdisciplinar, consiguiendo una integración de los conocimientos teóricos y prácticos impartidos entre las asignaturas implicadas en este trabajo de coordinación vertical. Los alumnos han sido capaces de relacionar y aplicar los contenidos estudiados en ambas asignaturas, adquiriendo una visión global que permite relacionar unas disciplinas con otras no considerando asignaturas estancas. Además, se ha conseguido una formación continuada en competencias transversales como análisis crítico, toma de decisiones, trabajo en grupo, comunicación oral y escrita. La mejora en las calificaciones obtenidas por los alumnos en los ítems relacionados con los aspectos trabajados en ambas asignaturas ha permitido constatar el beneficio de implementar ambas actividades de forma coordinada.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado en el marco del Grupo de Innovación Docente de la Universidad de León en Ingeniería de los Procesos de Fabricación (GID-IPF) y ha sido financiado por la Escuela de Formación Docente de la Universidad de León.

REFERENCIAS

- Canales, T., & Schmal, R. (2013). Trabajando con pósteres: Una herramienta para el desarrollo de habilidades de comunicación en la educación de pregrado. *Formación Universitaria*, 6(1), 41-52.
- Montilla Argenis (2005). El trabajo de campo: Estrategia didáctica en la enseñanza de la Geografía. *Geoenseñanza* Vol. 10(2), 187-195.
- Pou, R., Ochando, L., García, R. y Bertomeu, J. R. (2008). Metodologías activas en el marco del EEES: aprendizaje cooperativo basado en trabajos en equipos coordinados. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 104 (2), 135-139.
- Pou, R. (2009). El desarrollo de proyectos interdisciplinarios. En Seminario de reflexión RED-U-USC: La coordinación mediante equipos docentes en ES: fortalezas, recursos y necesidades. <http://congresos.um.es/redu/2-09/paper/view/1661/1631>
- Villa, A. y Poblete, M (2007). Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de competencias genéricas. Mensajero. Bilbao.

Docencia colaborativa internacional de ingeniería con Aprendizaje Basado en Proyectos

Ángela Barrera Puerto^a y Rafael Seiz Ortiz^b

^aUniversidad Nacional de Colombia (ancbarrerapu@unal.edu.co), ^bUniversitat Politècnica de València (rseiz@idm.upv.es).

Abstract

The proposal for an international and multidisciplinary teaching project for engineering education is presented here that integrates Project-based Learning and Team-teaching with the support of ICT resources and academic posters. These methodologies, when they are implemented jointly, constitute an ideal learning environment to develop certain curricular and cross-curricular competences in an authentic way around the development of a real engineering project.

Keywords: Project-based Learning (PBL); Team-teaching; English teaching; Information and Communication Technologies (ICT); academic poster.

Resumen

Se presenta aquí la propuesta de un proyecto docente internacional y multidisciplinar para la enseñanza de ingeniería que integra el Aprendizaje Basado en Proyectos y la docencia colaborativa (*Team-teaching*) con apoyo de recursos TIC y de pósteres académicos. Dichas metodologías, implementadas conjuntamente, constituyen un entorno de aprendizaje ideal para desarrollar ciertas competencias curriculares y transversales de forma auténtica en torno al desarrollo de un proyecto real de ingeniería.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP); docencia colaborativa; enseñanza del inglés; Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC); póster académico.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En este trabajo se presenta un proyecto de innovación docente internacional que integra la docencia colaborativa (*team-teaching*) para la enseñanza de la ingeniería y de la lengua inglesa, con un enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y con apoyo de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) y de la herramienta digital del póster académico, en un contexto de colaboración internacional entre dos universidades públicas.

Este proyecto pretende internacionalizar y ampliar los objetivos de un PIME (Proyecto de Innovación y Mejora Educativa) institucional de la Universitat Politècnica de València (UPV),

denominado “El Póster Académico y las TIC: herramientas para el desarrollo de competencias transversales y el aprendizaje de contenidos curriculares y lenguas para fines específicos” (CTPOSTIC), iniciado en 2020. El proyecto CTPOSTIC se lleva implementando en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) en diversas asignaturas de Inglés, Valenciano Técnico, Italiano y Física, en todas las titulaciones de este centro, involucrando un total de más de 200 estudiantes de ingeniería. El objetivo principal de CTPOSTIC es el desarrollo y la mejora de la competencia transversal “Comunicación Efectiva”, a través de la herramienta pedagógica del póster académico.

El proyecto propuesto en este estudio recoge la idea del uso pedagógico del póster académico, pero los objetivos son diferentes. Se trata, en este caso, de aplicar la docencia colaborativa de dos docentes, de ingeniería y de inglés, para implementar la metodología del ABP y del *Building Information Modeling* (BIM), en un contexto de telecolaboración internacional en un programa de ingeniería, utilizando el recurso del póster académico como formato de presentación de resultados por parte del alumnado. El objetivo general del proyecto es mejorar la competencia de comunicación efectiva en inglés en el estudiantado de ingeniería, de forma coordinada con las competencias y conocimientos curriculares de ingeniería que se necesitan para desarrollar un proyecto real. Para conseguir dicho objetivo, se utiliza, como eje central del proceso de enseñanza-aprendizaje, un proyecto real de ingeniería y el póster académico, como formato para desarrollar la competencia comunicativa en inglés, así como herramientas TIC para la telecolaboración.

METODOLOGÍA

El proyecto se basa en la integración de dos enfoques metodológicos, como son el ABP y la docencia colaborativa entre diferentes docentes, con apoyo de las TIC, concretamente las plataformas de telecolaboración (Microsoft TEAMS) y las herramientas de autor para diseñar pósteres académicos.

1.1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con metodología BIM

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología activa de enseñanza-aprendizaje, basada en tareas en la que el profesorado plantea un proyecto real, y todo el proceso de enseñanza se estructura en torno a ese proyecto; para llevarlo a cabo el alumnado incorpora e integra los conocimientos curriculares aprendidos y los pone en práctica. Este enfoque docente resulta muy apropiado para la educación en ingeniería, ya que es auténtico, en el sentido de que se parece al comportamiento profesional en la ingeniería.

En el caso concreto del proyecto de innovación docente presentado aquí, se ha decidido implementar, para complementar el ABP, una metodología fundamental en esta rama de la ingeniería, como es el *Building Information Modeling* (BIM), que se está generalizando a nivel mundial en la industria y puede definirse como el proceso de crear y utilizar modelos digitales para el diseño, la construcción y/o la ejecución de proyectos. Por tanto, se trata de un proceso colaborativo, más que una mera herramienta de diseño.

Ciertos componentes centrales en la metodología BIM se alinean muy bien con el enfoque del ABP (énfasis en el proceso, aprendizaje autónomo, pensamiento crítico, trabajo en grupo y aprendizaje colaborativo), por lo que es coherente, como se hace en la experiencia docente

presentada aquí, relacionar BIM y ABP pedagógicamente, sobre todo en la enseñanza de la ingeniería (Leite, 2016). Desde la psicología educativa se han descrito diversos beneficios derivados de este tipo de aprendizaje colaborativo, como la mejora del desempeño, de las actitudes del alumnado y de la retención de conocimientos (Johnson et al., 1981).

1.2. Docencia colaborativa (Team-teaching)

La docencia colaborativa o docencia en grupo (*Team-teaching*) implica la co-presencia de, al menos, dos docentes que imparten el contenido del curso o asignatura. Sin embargo, el objetivo va más allá de la mera suma de profesorado, ya que se busca pedagógicamente las sinergias que surgen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que se potencia mediante los esfuerzos complementarios de los docentes especialistas. Pero para que el enfoque de la docencia colaborativa proporcione esos beneficios pedagógicos, se requiere un alto grado de coordinación, compromiso e implicación por parte del profesorado. En el pasado, ha habido ejemplos de buenas prácticas en la integración del ABP y la enseñanza de Inglés para la Ingeniería (Tyagi y Kannan, 2013), que es uno de los objetivos de la iniciativa presentada aquí. En el caso del proyecto propuesto, el docente de lengua inglesa complementa la labor principal del de especialidad con una parte pequeña pero significativa de la docencia de contenidos curriculares específicos de la ingeniería de la construcción.

1.3. Uso pedagógico de las TIC: la telecolaboración y el póster académico

En este proyecto de innovación docente, se utilizan las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) en un doble sentido. Por una parte, como herramienta para integrar la docencia colaborativa, ya que uno de los docentes puede participar en el proceso de enseñanza mediante el uso de una plataforma de telecolaboración. Por otra parte, el alumnado utiliza herramientas de autor colaborativas para la elaboración de un póster académico cuyo primer formato es digital.

La telecolaboración consiste, en la práctica, en que ciertas clases situadas en lugares geográficos dispersos se integren e impliquen en un intercambio intercultural en línea utilizando herramientas de comunicación basadas en Internet para el desarrollo de competencias lingüísticas y/o interculturales (Helm, 2015). Los recursos TIC que permiten la interacción basada en la telecolaboración son principalmente los chats y las herramientas de videoconferencia (Pérez Cañado, 2018), como sucede en la experiencia docente aquí reseñada.

Existe una experiencia previa de este tipo de enfoque en la que se llevó a cabo la colaboración a distancia con el objetivo de realizar relatos digitales para aprender una lengua extranjera, con muy buenos resultados desde el punto de vista didáctico (Sevilla-Pavón y Gimeno-Sanz, 2018). En la descripción de esa innovación, estas autoras señalan una serie de beneficios pedagógicos que tiene la telecolaboración en el aprendizaje, particularmente en la enseñanza de una lengua extranjera: el fomento de la autonomía del aprendiz, el aumento de la fluidez y la corrección lingüística, la comunicación intercultural, la competencia digital multimodal y las nuevas destrezas digitales, la negociación del significado, la motivación para aprender, el pensamiento crítico, las habilidades cognitivas analíticas, o el aumento de la llamada interdependencia positiva propiciada por el hecho de que cada participante es un elemento esencial del intercambio. Estos son componentes pedagógicos que apoyan y justifican el uso de las TIC en el proyecto aquí presentado.

El uso pedagógico del póster académico parte de una experiencia implementada en la Universitat Politècnica de València a través de un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) institucional, denominado CTPOSTIC, mencionado anteriormente, y que ahora se amplía y adapta a un contexto educativo de colaboración internacional multidisciplinar. El póster académico ha sido usado como herramienta pedagógica para el desarrollo de la competencia transversal de la comunicación efectiva en aprendices de diferentes ramas de la ingeniería con resultados positivos (Prats Boluda et al., 2016; Berbey Álvarez et al., 2017).

RESULTADOS

A partir de este marco teórico, se presenta un proyecto de innovación docente para introducir el ABP para la enseñanza de BIM en un programa de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Colombia, complementado con docencia colaborativa de un docente de inglés de la Universitat Politècnica de Valencia, a través de Microsoft TEAMS y del póster académico en inglés. Se enmarca en un modelo que se quiere adoptar para la integración de ABP y BIM en el programa de Ingeniería Civil. La Figura 1 muestra la estructura general del programa.

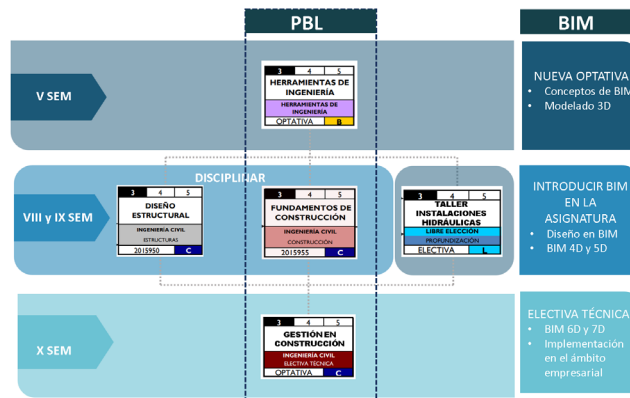


Figura 1. Propuesta de modelo de enseñanza en BIM incorporando ABP y docencia colaborativa en inglés (póster), en el programa de Ingeniería Civil. (Elaboración propia)

El modelo considera tres secciones, con una parte de docencia colaborativa en inglés con póster académico, en negrita en las tablas:

1. Asignatura optativa en “Fundamentos Básicos de BIM” (Tabla 1).

Tabla 1. Propuesta de contenidos en asignatura optativa en Fundamentos básicos de BIM

Módulo 1 Conceptos	Módulo 2. Modelación BIM 3D
<ul style="list-style-type: none"> Introducción a BIM El modelo BIM y la modelación paramétrica Creación de objetos Interoperabilidad y trabajo colaborativo Estándares BIM, BIP, BEP Plan de ejecución BIM LOD y usos BIM Documentación BIM 	<ul style="list-style-type: none"> Generalidades de modelación Modelos Arquitectónicos, y de emplazamiento Modelos de estructura y Refuerzos Familias Modelos de instalaciones hidrosanitarias Vistas y planimetrías 2D Plantillas de vista y anotaciones Detalles constructivos, renders y vistas panorámicas

2. Integración de BIM en los cursos existentes: “Diseño Estructural”, “Fundamentos de Construcción” y “Taller de Instalaciones Hidráulicas” (Tabla 2).

Tabla 2 Propuesta de contenidos en asignatura Fundamentos de construcción con contenido BIM

Módulo 1 Coordinación del proyecto	Módulo 2. BIM 4D y 5D
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vinculación de modelos federados ▪ Coordinación BIM ▪ Trabajo colaborativo de coordinación ▪ Detección de interferencias 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proceso de Construcción ▪ Gestión de proyectos BIM 4D (planificación) ▪ Entorno común de datos Cantidades ▪ Gestión de modelo 5D (presupuesto) ▪ Control de costos y presupuesto

3. Asignatura electiva técnica de “Gestión en la Construcción” (Tabla 3).

Tabla 3 Propuesta de contenidos en asignatura Gestión en construcción con contenido BIM

Módulo 1. BIM 6D y 7D	Módulo 2. Implementación en el ámbito empresarial
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudios de sostenibilidad ambiental ▪ Gestión en la operación de edificios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prefactibilidad y análisis financiero ▪ Implementación BIM en empresas ▪ Plan de implementación ▪ Marco técnico BIM para las organizaciones -ISO 19650 ▪ Integración de BIM y LEAN ▪ Integrated Project Delivery (IPD)

Como se puede ver, existe una columna vertebral para la enseñanza de BIM, con tres asignaturas: “Fundamentos básicos de BIM”, “Fundamentos de Construcción” y “Gestión en la Construcción”. En estas, con una carga de 64 horas de docencia presencial, se incorpora la docencia colaborativa de un docente de inglés, a través de la plataforma TEAMS, y el estudiantado elabora y presenta un póster académico en inglés, en una de las partes de cada módulo (señalado en negrita en las tablas), correspondiente a 8-10 horas de docencia presencial. En los módulos impartidos en inglés, la metodología común consta de 3 fases pedagógicas:

- 1- *Presentación del contenido (en inglés)* por el profesorado de inglés, a través de TEAMS, incluyendo el lenguaje, el vocabulario y las funciones necesarias para comunicar los resultados de la parte correspondiente del módulo por parte del alumnado.
- 2- *Puesta en práctica del contenido lingüístico en lengua inglesa*, para la elaboración colaborativa, en grupos de 4-5 aprendices, de un póster académico de presentación de la parte del proyecto. Planteamiento y solución de dudas lingüísticas.
- 3- *Presentación oral del póster académico en inglés*, ante ambos docentes. Sesión de preguntas, debate y retroalimentación.

CONCLUSIONES

Se ha presentado una propuesta de proyecto de innovación docente que incorpora, en un programa universitario de Ingeniería Civil que integra las metodologías ABP y BIM, algunos

contenidos en lengua inglesa mediante el uso de las TIC, de forma telecolaborativa y con la utilización de la herramienta del póster académico.

Los componentes principales de la experiencia se relacionan con metodologías activas, abordan aspectos clave en las prioridades institucionales de la universidad y tienen un alto grado de autenticidad. Las TIC se convierten en herramientas que complementan cada uno de los pilares de la innovación, como el aprendizaje colaborativo, la enseñanza de lenguas, la enseñanza basada en la tarea, la inclusión de un proyecto como eje del aprendizaje y el desarrollo de competencias curriculares y transversales. Además, al tratarse de una colaboración entre dos universidades de diversos países, contribuye a la importante función de la “internacionalización en casa”.

El proyecto está en fase de pre-implementación, por lo que no se dispone de datos para su pilotaje y evaluación, pero puede servir de modelo para implementar el ABP y la enseñanza de idiomas en contextos de enseñanza de la ingeniería similares en otras instituciones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto PIME “El Póster Académico y las TIC: herramientas para el desarrollo de competencias transversales y el aprendizaje de contenidos curriculares y lenguas para fines específicos” (CTPOSTIC), 2020-22, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (Universitat Politècnica de València) y a su coordinadora, Beatriz Martín Marchante.

REFERENCIAS

- Berbey Álvarez, A.; Álvarez, H.; Castillo, G. y De la Torre Díez, I. (2017). “El poster científico: recurso de la docencia e investigación”. En *Actas de las V Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC*. Las Palmas de Gran Canaria.
- Helm, F. (2015). “The practices and challenges of telecollaboration in higher education in Europe”. *Language Learning & Technology*, 19(2), pp. 197–217.
- Johnson, D.W.; Maruyama, G.; Johnson, R.; Nelson, D. y Skon, L. (1981). “Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis”. *Psychological Bulletin* 89 (1). pp. 47–62.
- Leite, F. (2016). “Project-based learning in a building information modeling for construction management course”. *Journal of Information Technology in Construction*. 21, pp. 164-176.
- Pérez Cañado, M. L. (2018). “AICLE/EMI y CMC: un tándem efectivo para el desarrollo de la interacción comunicativa escrita”, en M. González-Lloret y M. Vinagre (eds.), *Comunicación Mediada por Tecnologías. Aprendizaje y Enseñanza de la lengua extranjera*. pp. 35-52. Milton Keynes: Equinox.
- Prats Boluda, G.; Ye Lin, Y. y Trénor Gomis, B. A. (2016). “Análisis del uso del póster científico y de la revisión por pares como herramienta desarrollo de la competencia comunicación efectiva en estudiantes de grado en ingeniería”. En *In-Red 2016. II Congreso nacional de innovación educativa y docencia en red*. Editorial Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/105087>
- Sevilla-Pavón, A. y Gimeno-Sanz, A. (2018). “Telecolaboración y creación de relatos digitales: Una propuesta metodológica”, en M. González-Lloret y M. Vinagre (eds.), *Comunicación Mediada por Tecnologías. Aprendizaje y Enseñanza de la lengua extranjera*. pp. 53-70. Milton Keynes: Equinox.
- Tyagi, S. y Kannan, R. (2013) "Implementing project-based learning in teaching English to engineering students." *English for Specific Purposes World*, 40 (14), pp. 1-15.

Caracterización acústica del frenado magnético con un smartphone

Camila F. Marín-Sepúlveda^a, Juan C. Castro-Palacio^b, Isabel Salinas^c y Juan A. Monsoriu^d

^aCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València (España, cmarin@doctor.upv.es), ^bCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València (España, juancas@upvnet.upv.es), ^cCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València (España, isalinas@fis.upv.es) y ^dCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València (España, jmonsoni@fis.upv.es).

Abstract

In this article we will use the resonance of sound waves in a column of air to calculate the terminal velocity of a magnet falling inside an aluminium tube. The sound waves are generated and analysed with a smartphone. The comparison with the velocity obtained using an alternative method yields a 1.14 % of percentage difference. This result validates the possible use of the experience presented in this article as a physics laboratory for the first physics courses at the university level.

Keywords: smartphones, magnetic braking, acoustic characterization.

Resumen

Utilizaremos la resonancia de las ondas sonoras en una columna de aire para estudiar la velocidad terminal de un imán que cae en el interior de un tubo de aluminio (no ferromagnético). Se utiliza un smartphone para generar y analizar las ondas sonoras. De la comparación con la velocidad calculada utilizando un método alternativo se obtiene una diferencia porcentual de 1.14 %, lo que valida la posible utilización de la experiencia presentada en este artículo como práctica de laboratorio.

Palabras clave: smartphones, frenado magnético, caracterización acústica.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los sensores de los smartphones han demostrado ser adecuados para realizar experimentos de Física en los cursos introductorios de física y de primer año de la universidad (Castro-Palacio et al., 2013). Los trabajos publicados cubren un amplio abanico de temas dentro de la Física General, tales como los movimientos lineales y circulares (Salinas et al., 2020), oscilatorios, batido acústico y mecánico, acústica (Jason Niu & Luo, 2022), óptica (Barreiro et al., 2014), entre otros. Estos experimentos potencian la motivación y la independencia de los alumnos, al mismo tiempo que se les muestran los conceptos y fenómenos de la física de una forma poco habitual.

El micrófono y los altavoces han sido especialmente útiles para estudiar fenómenos acústicos, como la determinación de la velocidad del sonido (Jason Niu & Luo, 2022) o el estudio del batido acústico. Las ondas de sonido se han utilizado con éxito para estudiar movimientos lineales y oscilatorios mediante el efecto Doppler.

El objetivo de este trabajo consiste en *utilizar la resonancia de las ondas sonoras en una columna de aire para estudiar la velocidad terminal de un imán que cae dentro de un tubo no ferromagnético (de aluminio)*. Se trata de una demostración típica de clase cuando se introduce el tema de la Ley de Inducción de Faraday. El frenado magnético de un imán dentro de un tubo no ferromagnético (por ejemplo, de aluminio o cobre) sigue un modelo similar al del cuerpo que cae en el aire (Resnick et al., 2001). Cuando el imán se deja caer en el tubo vertical, experimenta una fuerza en contra proporcional a la velocidad creciente. Muy pronto, la fuerza de frenado se aproxima al peso, lo que conduce a un movimiento lineal uniforme con una velocidad terminal constante. El frenado magnético ha sido estudiado en trabajos anteriores de manera teórica y experimentalmente (MacLatchy et al., 1993), también utilizando técnicas digitales como el análisis de vídeo.

METODOLOGÍA

La Fig. 1 muestra el montaje experimental utilizado para el experimento. En la parte izquierda de la figura se muestran el teléfono móvil, el imán y el tubo de aluminio. El diámetro del imán se ajusta al diámetro interior del tubo, pero de forma tal, que sigue existiendo una fina capa de aire entre el tubo y el imán. La longitud del tubo es de 1.524 m y su diámetro interior de 0.021 m. El diámetro del imán es de 0.197 m y su altura de 0.058 m. En la parte derecha de la figura se representa un esquema del tubo con la onda estacionaria producida al caer el imán. El teléfono inteligente se utiliza aquí con un doble propósito, es decir, para generar la onda de sonido sinusoidal de una sola frecuencia y para registrar la onda estacionaria producida entre el extremo abierto y el extremo cerrado, que consiste en el movimiento del imán por el interior del tubo. Para la generación de la onda de sonido sinusoidal se ha utilizado la aplicación gratuita para Android Physics Toolbox Suit (Physics Toolbox Suite, 2022) (Fig. 1). Cuando el imán desciende en el tubo vertical no ferromagnético, se producen variaciones en la amplitud del sonido. Estas variaciones se registraron grabando el sonido con la aplicación Voice Recorder, comúnmente incorporada en los smartphones que portan sistema operativo Android.

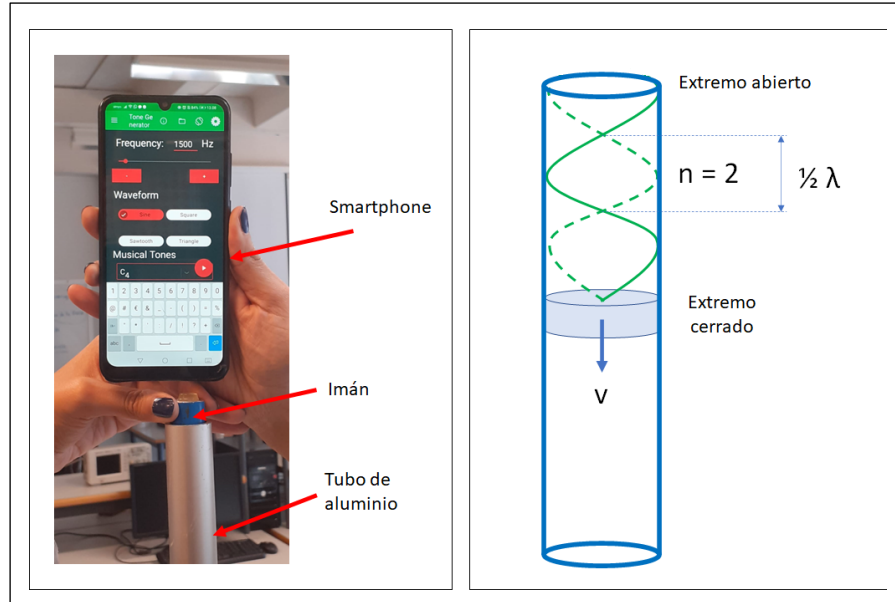


Fig. 1. Montaje experimental a la izquierda y representación esquemática del tubo de aluminio, el imán y la onda estacionaria a la derecha.

El sistema descrito puede modelarse mediante una columna de aire de extremo abierto en la que se producen resonancias según la siguiente expresión:

$$L_n = \frac{\lambda_n(2n+1)}{4}; \text{ with } n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

Cada vez que el imán alcanza una longitud resonante, L_n , es decir, una longitud que es igual a un número impar de $\frac{\lambda_n}{4}$, se produce un nodo. Aquí λ es la longitud de onda de la onda sonora.

Este nodo es detectado en nuestro experimento con el micrófono y registrado con la aplicación Voice Recorder. Para obtener los mejores resultados, el laboratorio donde se desarrolle el experimento debe permanecer en silencio durante los experimentos.

RESULTADOS

La Fig. 2 muestra el archivo ".wav" grabado con la aplicación móvil. La amplitud de la onda sonora se representa en función del tiempo. Los nodos son claramente visibles a lo largo de la curva.

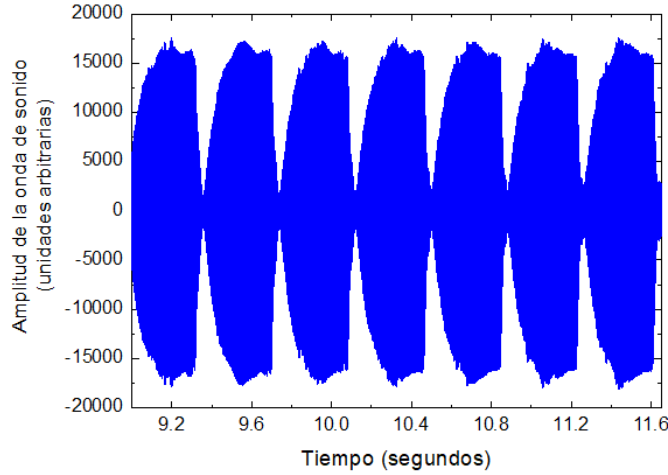


Fig. 2. Audio grabado con el smartphone mientras el imán caía dentro del tubo. El gráfico representa la amplitud del sonido frente al tiempo.

Tomando como referencia la longitud de un nodo determinado ($n = 0$),

$$L_n - L_0 = \frac{\lambda_n(2n+1)}{4} - \frac{\lambda_n}{4} = \frac{\lambda_n}{2} n \quad (2)$$

Y suponiendo a que se alcanza un movimiento rectilíneo uniforme muy rápidamente después de que el imán entre en el tubo, la siguiente expresión $L_n - L_0 = v(t_n - t_0) = v\Delta t_n$ se puede sustituir en la Ec. (2), para obtener,

$$\Delta t_n = \frac{\lambda_n(2n+1)}{4v} - \frac{\lambda_n}{4v} = \frac{\lambda_n}{2v} n \quad (3)$$

donde v es la velocidad del imán que cae y Δt_n el tiempo transcurrido desde que se produce un nodo tomado como referencia hasta cada uno de los nodos consecutivos posteriores. La longitud de onda en la ecuación (3) se calcula como $\lambda_n = v_s/f_n = 0.1818 \text{ m}$, donde $v_s = 345.48 \text{ m/s}$ (Speed of Sound Calculator, 2022) es la velocidad del sonido a 24 °C (temperatura ambiente) y $f_n = 1900 \text{ Hz}$ es la frecuencia establecida en el generador de tonos de sonido de la aplicación móvil Physics Tool Sensor Suite. Los valores de Δt_n calculados según la ecuación (3) se incluyen en la tabla I en función del número de nodo, n .

Tabla I. La primera columna muestra un número que identifica a los nodos consecutivos, la segunda el tiempo transcurrido correspondiente y, la tercera, el tiempo transcurrido respecto al nodo $n = 0$ tomado como referencia.

n	t_n (s)	$\Delta t_n = (t_n - t_0)$ (s)
0	10.126	0
1	10.597	0.387
2	10.877	0.755
3	11.262	1.139
4	11.646	1.523
5	12.030	1.908
6	12.415	2.292
7	12.799	2.677
8	13.166	3.043
9	13.567	3.445
10	13.934	3.812

La Fig. 3 muestra un ajuste lineal aplicado al tiempo transcurrido desde que se produce un nodo tomado como referencia ($n = 0$) hasta cada uno de los nodos consecutivos (Δt_n) frente a $n = 1, 2, 3, 4, \dots$. Para realizar el gráfico se han utilizado los últimos 10 nodos de los 16 dados en el tubo. La ecuación resultante del ajuste es $\Delta t_n = (0.3819n - 0.0026)$ s con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.999$. Según la ecuación (3), la pendiente es $\frac{\lambda_n}{2v} = 0.3819$, a partir de la cual se puede calcular la velocidad del imán que cae, $v = 0.2380$ m/s.

Para comparar, se ha utilizado un método alternativo para calcular la velocidad del imán que cae en el interior del tubo. El tiempo total de desplazamiento del imán a través del tubo de 1.524 m de longitud se ha medido 7 veces con un cronómetro. El tiempo medio resultante es de 6.477 s (utilizando los valores 6.48 s, 6.47 s, 6.48 s, 6.48 s, 6.48 s, 6.47 s, 6.48 s). La velocidad media resultante con este método fue de 0.2353 m/s. La diferencia porcentual entre ambas velocidades es del 1.14 %, lo que confirma el hecho de que la velocidad terminal se alcanza muy pronto después que el imán comienza su movimiento dentro del tubo.

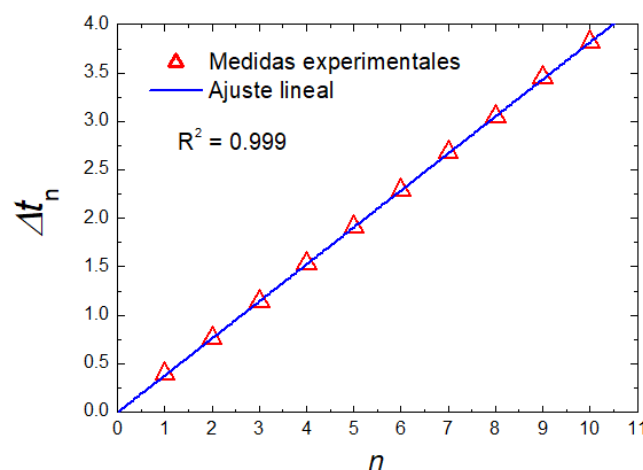


Fig. 3. Tiempo transcurrido desde un nodo tomado como referencia hasta cada uno de los nodos consecutivos. En el gráfico se han utilizado los últimos 10 nodos de los 16 que aparecen a lo largo de la longitud del tubo.

CONCLUSIONES

La resonancia de las ondas sonoras en una columna de aire se ha utilizado para estudiar la velocidad terminal de un imán que cae en el interior de un tubo de aluminio (no ferromagnético). Las ondas de sonido han sido generadas y analizadas utilizando un teléfono inteligente. De la comparación con la velocidad calculada utilizando un método alternativo se obtiene una diferencia porcentual de 1.14 %, lo que valida la posible utilización de la experiencia presentada en este artículo como práctica de laboratorio para los primeros cursos de física en el nivel universitario.

REFERENCIAS

- Castro-Palacio, J.C., Velazquez-Abad, L., Gimenez, M. H. y Monsoriu, J. A. (2013). Using a mobile phone acceleration sensor in physics experiments on free and damped harmonic oscillations. *Am. J. Phys.* 81, 472–475.
- Salinas, I., Monteiro, M., Martí, A.C., and Monsoriu, J. A. (2020). Analyzing the Dynamics of a Yo-Yo Using a Smartphone Gyroscope Sensor. *Phys. Teach.* 58, 569.
- Jason Niu, Z. and Luo, D. (2022). Measurement of the Velocity of Sound Through Resonance in Air Columns as a Homemade Experiment. *Phys. Teach.* 60, 114.
- Barreiro, J.C., Pons, A., Barreiro, J. C., Castro-Palacio, J. C. y Monsoriu, J. A. (2014). Diffraction by electronic components of everyday use. *Am. J. Phys.* 82, 257-261.
- Resnick, R., Halliday D. y Krane, K. (2001). *Physics*, 4th ed. CECSA, Mexico.
- MacLatchy, C. S., Backman, P. y Bogan, L. (1993). A quantitative magnetic braking experiment. *Am. J. Phys.* 61, 1096.
- Physics Toolbox Suite, Vieyra Software (22 de mayo de 2022), <https://play.google.com/store/apps>.
- Speed of Sound Calculator. National Weather Service of the US. (22 de mayo de 2022), https://www.weather.gov/epz/wxcalc_speedofsound.

Análisis de las video-clases como recurso en la docencia de contenidos de fabricación aditiva

Amabel García Domínguez^a, Jorge Ayllón^b, Álvaro Rodríguez-Prieto^c, Iñaki García-Diego^d, Carlos Capdevila^e, Ana María Camacho^f y Juan Claver^{g*}

Departamento 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:

^aagarcia@ind.uned.es, ^bjorge.ayllon@ind.uned.es, ^calvaro.rodriguez@ind.uned.es,

^digarcia@cenim.csic.es, ^eccm@cenim.csic.es, ^famcamacho@ind.uned.es y ^gjclaver@ind.uned.es.

Abstract

Additive manufacturing has gained much importance in university education in the field of engineering. In that context, the UNED has focused part of its efforts on incorporate these contents through the development of an extensive repository of video-classes about additive manufacturing issues. This set of resources has been created in collaboration mainly with the CSIC, but also with the participation of companies and other universities. This work analyzes the current state of said repository.

Keywords: Additive manufacturing, 3D printing, teaching resource, video-class, distance education.

Resumen

La fabricación aditiva ha cobrado gran protagonismo en la docencia universitaria en el campo de la ingeniería. En ese contexto, la UNED ha orientado parte de sus esfuerzos a la incorporación de estos contenidos a través de la elaboración de un amplio catálogo de video-clases, principalmente en colaboración con el CSIC, pero también con la participación de empresas y otras universidades. Este trabajo analiza el estado actual de dicho repositorio.

Palabras clave: Fabricación Aditiva, Impresión 3D, recursos docentes, video-clase, educación a distancia.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El despegue de la fabricación aditiva ha traído consigo un lógico interés por la formación en torno a estas tecnologías. La creciente demanda de formación especializada ha hecho que también proliferen la oferta. Desde la UNED, concretamente desde el Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación, y especialmente a través de los miembros del grupo de innovación docente GID-TIA-Plus, también se ha querido dar respuesta a esta demanda, convencidos además del interés que tiene hacerlo mediante la metodología a distancia característica de la UNED, que gracias a su flexibilidad, a la estructura de Centros Asociados a lo largo de todo el territorio nacional y al soporte que ofrecen su Campus Virtual y su plataforma

educativa, permite acercar la formación a territorios poco poblados donde difícilmente llegan otras alternativas y donde tiene tanto potencial tienen estas tecnologías (CSIC, 2021). Con esa intención, la UNED lanzó en el curso 2018-2019 el curso de posgrado *Aplicaciones, desafíos y oportunidades de las tecnologías de fabricación aditiva* (UNED, 2018) y el curso siguiente amplió su oferta con un Curso de Formación del Profesorado (UNED, 2019).

En abril de 2021, la UNED y el CSIC firmaron un convenio de colaboración (UNED, 2021) para abordar el reto de la formación especializada en fabricación aditiva, fundamental para estos objetivos. Así, en el curso 2020-2021 comienza la impartición del Programa Modular en Fabricación Aditiva, un Programa de Postgrado con un total de 60 créditos ECTS y que da acceso a tres títulos de distinto nivel (Certificado de Formación Abierta, Diploma de Experto Universitario y Máster) (UNED, 2020). De esta colaboración surgen otras iniciativas formativas y de difusión, como la *Primera jornada sobre estrategias y aplicaciones de fabricación aditiva en PYMES: una apuesta por la reindustrialización y el desarrollo local*, celebrada el 15 de octubre de 2020 y organizada por la UNED, el Centro Asociado a la UNED en Ponferrada, que acogió el acto, el CSIC y la Cátedra de Turismo Sostenible y Desarrollo Local (Cátedra Territorios Sostenibles y Desarrollo Local, n.d.).

Esfuerzos por incorporar los contenidos de fabricación aditiva que también están presentes en las enseñanzas oficiales, tanto en asignaturas más genéricas del área de ingeniería de los procesos de fabricación, en las que se han ido incorporando progresivamente, como a través del diseño de asignaturas específicas. Es el caso de las nuevas asignaturas que comenzarán a impartirse en el Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Fabricación a partir del próximo curso, denominadas *Tecnologías de fabricación aditiva* y *Cadena de suministro en la industria 4.0* respectivamente, ambas con clara relación con estos contenidos.

Un recurso empleado de manera muy intensa durante el diseño de estas iniciativas docentes han sido las video-clases, publicadas en los cursos virtuales junto con otros materiales, como apuntes o artículos científicos relevantes. A partir de ese conjunto de recursos se proponen a los estudiantes itinerarios de actividades directamente relacionadas con sus contenidos. El objetivo de este trabajo es analizar el conjunto de video-clases desarrollado y que actualmente se emplea en estas iniciativas docentes, fundamentalmente en el mencionado Programa Modular, para identificar criterios que orienten su crecimiento futuro y permitan mejorar su uso por parte de los estudiantes. El análisis del repositorio generado una vez que ha acumulado cierto rodaje en su empleo como recurso docente, ha resultado útil en estudios de enfoque similar realizados en torno a la formación en otras temáticas y que permitiendo diseñar con mejor criterio los esfuerzos de cara a los cursos posteriores (Claver et al., 2019).

METODOLOGÍA

1.1. Identificación y caracterización de las video-clases

A lo largo de los tres últimos cursos, y de manera especialmente intensa durante el curso 2020-2021, se ha logrado conformar un significativo repositorio de video-clases, que alcanza actualmente un total de 83 grabaciones, todas ellas publicadas en el Canal UNED. De ellas, 43 fueron realizadas por PDI de la UNED integrado en el GID-TIA-Plus y el resto han sido realizadas por colaboradores externos. Una colaboración en la que tiene un papel destacado el CSIC a través de varios de sus centros de investigación (CENIM-CSIC, ICTP-CSIC, ICV-CSIC), pero en la

que también están presentes otras universidades (Universidad del País Vasco y Universidad de Cádiz), así como empresas y grupos especializados (Gonvarri Industries, Fab Lab León, Domotek, Renishaw Ibérica, ArcelorMittal, Saint Gobain AR&DC, Addimen o Iberia Mantenimiento LAE SA). La Figura 1 resume las aportaciones de cada uno de estos grupos.

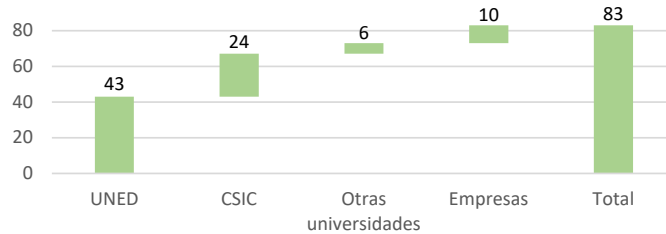


Fig. 1. Distribución de video-clase según su autoría.

El Programa Modular en fabricación Aditiva es el contexto en el que se generan todas las video-clases de autoría externa a la UNED, a la vez que supone un gran impulso para ampliar el número de video-clases de las que ya disponía la UNED y que se elaboraron como material de la formación ya ofertada en cursos previos al lanzamiento del Programa Modular en Fabricación Aditiva. La Tabla 1 muestra la estructura de módulos de este programa de postgrado, referencia necesaria para contextualizar el conjunto de video-clases analizadas.

Tabla 1. Estructura de módulos del Programa Modula en Fabricación Aditiva.

Módulo	Denominación	ECTS
1	Fundamentos de Fabricación Aditiva	10
2	Actualización en ingeniería y procesos de fabricación	5
3	Tecnologías de Fabricación Aditiva	10
4	Ingeniería de diseño para Fabricación Aditiva	5
5	Materiales, normalización y ensayos en Fabricación Aditiva	10
6	Proyectos, modelos industriales y de negocio en Fabricación Aditiva	5
7	Optimización y simulación en Fabricación Aditiva	5
8	Trabajo Fin de Máster	10

La Tabla 2 recoge las distintas video-clases indicando su información básica: denominación, grupo al que pertenecen sus autores (UNED, CSIC, otras universidades o empresas), El módulo en el que se emplean como recursos docentes, su enfoque centrado en la fabricación aditiva (FA) o en otras tecnologías (OT), y su enfoque más genérico e introductorio (G) a determinado tema o, por el contrario, más específico (E). También se incluye la desviación, positiva o negativa, respecto del número de visualizaciones promedio registrado para las grabaciones identificadas. Debido al gran tamaño de la tabla y la limitación de extensión de los trabajos, sólo se incluye la cabecera de la tabla y las dos primeras filas. El contenido completo de la tabla puede consultarse en <https://blogs.uned.es/fabricacionaditiva-additivemanufacturing/relacion-de-videoclases/>.

Tabla 2. Video-clases actualmente incorporadas como material del Programa Modular.

Video-clase	UNED	CSIC	UNIV.	EMP.	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	FA	OT	G	E	👁
Lección inaugural del Curso Académico 2020/2021: Las grandes cuestiones sobre fabricación aditiva	●	-	-	-	●	-	-	●	-	-	-	●	-	●	-	6480,3%*
Concepto de Fabricación Aditiva y Agentes Implicados	●	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	●	-	●	-	438,5%*

Además de las video-clases recogidas en la Tabla 2, en algunos módulos se incluyen video-clases elaboradas en el marco de otros cursos de otras materias y que se refieren a temáticas colaterales, de aplicación en el campo de la fabricación aditiva e interesantes desde la temática de algunos módulos, pero no específicos de fabricación aditiva. También, en algún caso, se incluyen recursos en abierto que se entiende de interés. La Figura 2 resume estas situaciones. Puede verse cómo el Módulo 6, orientado a proyectos, se apoya especialmente en video-clases que proceden de la oferta formativa existente en otros campos, principalmente en torno al área de proyectos de ingeniería. Por otro lado, se puede apreciar cierto equilibrio en el número de video-clases generadas para cada módulo, salvo en el citado Módulo 6, por las circunstancias mencionadas, y en el Módulo 7, debido a la orientación de varias de sus actividades al empleo de software. A partir de la información recopilada para el conjunto de video-clases analizadas, se pueden plantear distintos análisis, que se exponen en el siguiente apartado.

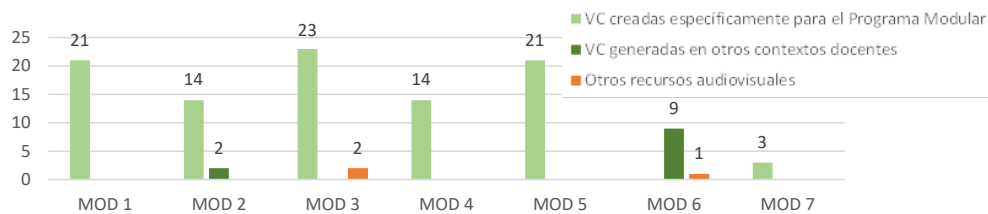


Fig. 2. Tipos de recursos audiovisuales empleados en los distintos módulos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De las 83 video-clases 19 se han empleado en más de un módulo. La Figura 3 muestra esta situación para cada caso. Esto se debe a la metodología docente empleada, en la que el estudiante construye el conocimiento a través de la realización de actividades de aplicación para las que cuenta con materiales de consulta. De ese modo, ciertas video-clases y otros recursos facilitados, pueden ser de interés, total o parcialmente, para el desarrollo de actividades propuestas en distintos módulos. Esto enlaza con el enfoque más introductorio o general que pueden aportar ciertas video-clases frente a otras más específicas y centradas en una tecnología particular, una determinada aplicación u otro aspecto concreto.

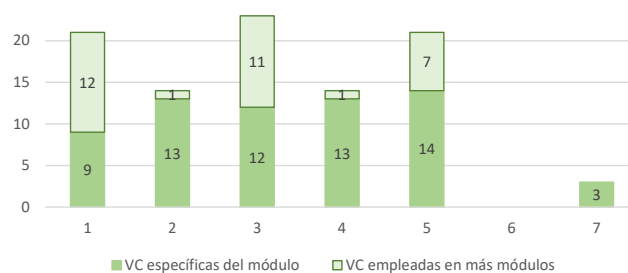


Fig. 3. Tipos de recursos audiovisuales empleados en los distintos módulos.

La Figura 4 analiza las video-clases elaboradas específicamente para el Programa Modular en Fabricación Aditiva. Por un lado, se distingue entre aquellas centradas en la fabricación aditiva y aquellas que abordan otras tecnologías que conviene comprender para valorar adecuadamente las diferencias y los avances asociados a las nuevas tecnologías aditivas. Y, por otro lado, se diferencian las video-clases de carácter más introductorio de las que muestran cierta especialización en sus contenidos. Así, pueden identificarse situaciones como

la del Módulo 2, que dedica gran parte de estos recursos a la exposición de tecnologías tradicionales, algo necesario tanto para comprender los procesos en los que se combinan con las tecnologías aditivas, como las situaciones en las que son sustituidas por éstas. Con un asterisco se identifican casos en las que alguna video-clase se clasifica al mismo tiempo como orientada a la fabricación aditiva y a otras tecnologías. Del mismo modo, es posible identificar módulos en los que una mayor parte de estos recursos tienen carácter introductorio para distintos temas, frente a otros con mayor porcentaje de contenidos especializados.

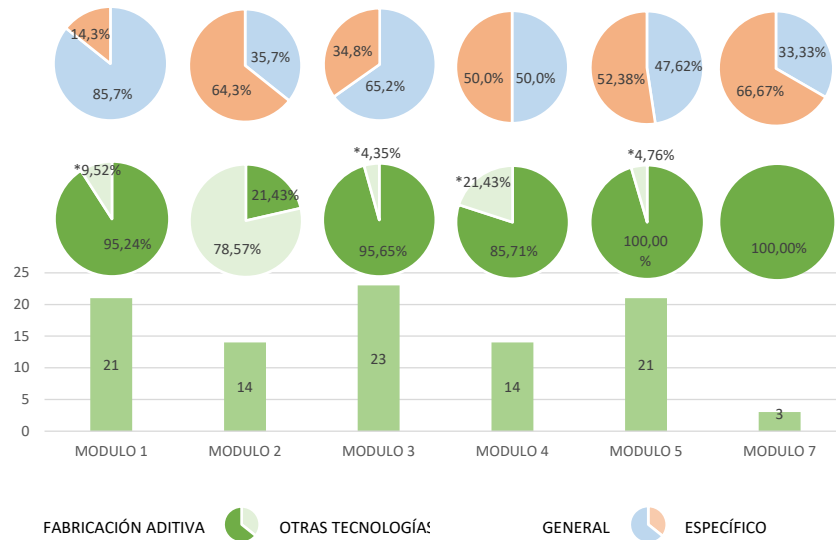


Fig. 4. Enfoque de las video-clases elaboradas para los módulos del Programa Modular en Fabricación Aditiva.

La Figura 5 analiza, a partir de la información relativa a las visualizaciones de cada video-clase mostrada en la Tabla 2, la desviación promedio del conjunto de video-clases de cada módulo respecto al número de visualizaciones medio considerando simultáneamente todas las video-clases del programa modular. Puede verse que salvo los módulos 2 y 4, el resto de casos presentan desviaciones significativas. En ese sentido, y analizando las video-clases de manera individual a partir de la información de la Tabla 2, se aprecia un número de visualizaciones muy elevado para las video-clases de mayor carácter introductorio, salvo en el caso de las de mayor especialización que se orientan al empleo de software.

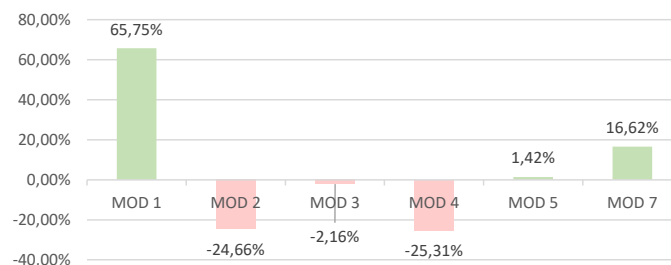


Fig. 5. Desviaciones promedio en el número de visualizaciones de las video-clases de cada módulo respecto de la media para el conjunto del programa modular.

CONCLUSIONES

Los análisis realizados permiten comprender mejor el desempeño que, en la práctica, ofrecen los recursos que se diseñan y elaboran para la docencia de una determinada materia. En este caso, se aprecia un diseño equilibrado de los recursos objeto de estudio, esto es video-clases expositivas de contenidos de fabricación aditiva. Si bien, se percibe que sólo en el caso de itinerarios de actividades de carácter muy práctico, especialmente en torno al empleo de software, este tipo de recursos presentan un especial uso por parte de los estudiantes.

En ese sentido, el análisis realizado permite reflexionar sobre el tipo de actividades que incluir en los itinerarios propuestos en cada módulo, incrementando su carácter práctico y la vinculación con las video-clases asociadas. Para ello, se valora adecuada la preparación de ejercicios resueltos desarrollados en este formato. También la inclusión de un mayor número de experiencias y casos prácticos, para lo que se contará con los recursos generados a través de las ponencias incluidas en las Jornadas sobre fabricación aditiva organizadas por los autores (INTECA, 2020), dentro de las cuales pueden tener un especial valor las aportaciones de los estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado gracias al Proyecto de Innovación Docente “Análisis multicriterio para la mejora y ampliación de la docencia de contenidos de fabricación aditiva en enseñanzas técnicas con la metodología semipresencial característica de la UNED” y también está desarrollado en el marco del proyecto “Desarrollo y puesta en práctica de aplicaciones interactivas de apoyo a la impartición de prácticas de laboratorio virtuales y al entrenamiento en la resolución de actividades para una mejora del aprendizaje en Ciencia y Tecnología de Materiales”, ambos desarrollados por el Grupo de Innovación docente GID2016-28 de la UNED, dentro de la convocatoria 2021-2022 de Proyectos de Innovación Docente de dicha universidad..

REFERENCIAS

- Cátedra Territorios Sostenibles y Desarrollo Local. (n.d.). *Sitio Web de la Cátedra Territorios Sostenibles y Desarrollo Local*. Retrieved May 22, 2022, from <http://catedraturismosostenible.es/>
- Claver, J., García-Domínguez, A., Sevilla, L., & Sebastián, M. Á. (2019). Las video-clases como recurso eficiente para el estudio, la divulgación y la valoración del Patrimonio Industrial y Minero. *XVIII Congreso Internacional Sobre Patrimonio Geológico y MineroAt*:
- CSIC. (2021). *Comunicación del proyecto Additive Manufacturing as a technological disruption to fight against rural depopulation and social and spatial inequalities*. <https://pti-fab3d.csic.es/project/additive-manufacturing-as-a-technological-disruption-to-fight-against-rural-depopulation-and-social-and-spatial-inequalities/#>
- INTECA. (2020). *Primera jornada sobre estrategias y aplicaciones de fabricación aditiva en PYMES: una apuesta por la reindustrialización y el desarrollo local*. <https://www.intecca.uned.es/difusiongiccu/extension/5f8ec4725533ee5976de0a1c/index.html>
- UNED. (2018). *Curso de Postgrado Aplicaciones, desafíos y oportunidades de las tecnologías de fabricación aditiva*. https://formacionpermanente.uned.es/tp_actividad/idactividad/11126
- UNED. (2019). *Curso de Formación del Profesorado Fabricación Aditiva y Fablab para Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional*. https://formacionpermanente.uned.es/tp_actividad/idactividad/11431
- UNED. (2020). *Programa Modular en Fabricación Aditiva*. https://formacionpermanente.uned.es/tp_actividad/idactividad/12052
- UNED. (2021). *Comunicación Convenio UNED CSIC*. http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,71400032&_dad=portal&_schema=PORTAL

El aprendizaje de inglés a través de la clase inversa con un curso online y debate

Ana Gimeno Sanz

Universitat Politècnica de València, agimeno@upvnet.upv.es.

Abstract

This paper describes and analyses an innovative English language teaching methodology combining three elements: Flipped Teaching, Massive Open Online Courses and Debate. The experience was conducted within the upper-intermediate English language subject with third year Aerospace Engineering students at Universitat Politècnica de València.

Keywords: English for Specific Purposes, Flipped Teaching, Massive Open Online Course, Debate.

Resumen

El artículo describe y analiza una metodología innovadora para la enseñanza de inglés para fines específicos llevada a cabo con estudiantes de tercer curso matriculados en la titulación de ingeniería aeroespacial en la Universitat Politècnica de València. La experiencia consistió en la combinación de los siguientes tres ejes: la clase inversa, un curso masivo online de acceso abierto y un debate.

Palabras clave: Aprendizaje de inglés para fines específicos, clase inversa, curso online masivo abierto, debate.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La clase inversa es una estrategia de enseñanza que se centra en el aprendizaje activo. Es un modelo en el que el tiempo en el aula se emplea para explorar el contenido curricular con mayor profundidad y crear, así, oportunidades de aprendizaje profundo, a la vez que se les presentan a los estudiantes los nuevos temas fuera del aula. En el modelo de clase inversa que se presenta aquí, la 'entrega de contenido' toma la forma de un curso online diseñado para estudiantes de inglés como lengua extranjera de nivel intermedio alto. A través éste, los estudiantes visionan micro lecciones que explican conceptos teóricos (gramática y uso del lenguaje, etc.), realizan ejercicios de comprensión oral y escrita, de pronunciación y adquieren nuevo vocabulario. Sin embargo, debido a las limitaciones de las plataformas online actuales, el diseño de actividades que permitan participar en un contexto de comunicación auténtica es muy limitado. Por este motivo, se diseñó y puso en marcha una alternativa para que los estudiantes pudieran producir intercambios lingüísticos en un contexto real. Esto se hizo a

través de la preparación y organización de un debate, fomentando, además así, una serie de competencias transversales basadas en la argumentación, la justificación, el pensamiento crítico y la explicación, utilizando lenguaje académico y científico. El debate se centró en un tema relacionado con la carrera de los estudiantes, esto es, la Ingeniería Aeroespacial. Para analizar las expectativas de los estudiantes al comienzo del curso, se realizaron dos encuestas, una centrada en el aprendizaje de lenguas asistido por ordenador (que cubría el curso online) y la otra, en el debate como actividad de aula. Se realizaron otras tres encuestas al finalizar el semestre para indagar sobre la satisfacción de los alumnos con respecto al curso online, el proyecto de debate y la metodología de la clase inversa. Este artículo analiza algunos de los resultados derivados de dichas encuestas.

2. METODOLOGÍA

2.1. Participantes

Participaron 25 estudiantes de 3er curso de Ingeniería Aeroespacial (5 mujeres y 20 hombres) matriculados en la asignatura denominada Inglés de Especialidad, de nivel intermedia alto (nivel B2 del *Marco común europeo de referencia para las lenguas*).

2.2. Instrumentos

En primer lugar, todos los estudiantes realizaron una prueba de nivel comercial para comprobar que su nivel de inglés estuviera alineado con los requisitos del curso online. Los 25 lograron una puntuación favorable. En segundo lugar, se administró una encuesta a los estudiantes al comienzo de la asignatura para conocer su opinión en cuanto al uso del curso online para preparar individualmente los contenidos en casa como parte del enfoque de la clase inversa y emplear el tiempo en el aula para consolidar conocimientos, ponerlos en práctica y resolver dudas. En tercer lugar, se administró una encuesta similar para recopilar información sobre la satisfacción general del alumnado y, por último, se utilizó otro cuestionario para analizar la percepción del alumnado con relación al enfoque de la clase inversa que se adoptó.

2.3. La clase inversa

La clase inversa es una estrategia de enseñanza y una forma de docencia mixta que se centra en el aprendizaje activo, y que permite al docente afrontar de forma más solvente los grupos de estudiantes con niveles de conocimiento de inglés no uniformes, las diversas dificultades ante la materia y las distintas preferencias y necesidades de los estudiantes durante el tiempo en el aula. En esta metodología se invierten las actividades, incluso aquellas que tradicionalmente se consideraban deberes. En una clase inversa, los estudiantes visionan explicaciones grabadas por los docentes, colaboran en debates o realizan investigaciones fuera del aula mientras ponen en práctica los conceptos en el aula bajo la guía de un mentor (Europass Teacher Academy, 2020).

La Tabla 1 muestra en qué se basó la experiencia de la clase inversa y cómo los alumnos debían llevarla a cabo en la asignatura de inglés.

Tabla 1. Fases de la clase inversa en la asignatura de inglés.

QUÉ	CÓMO
Un entorno de aprendizaje flexible que permita al estudiantado escoger el momento, el lugar y lo que quieren aprender.	Mediante el curso online: <i>InGenio First Certificate in English Online Course & Tester</i>
Dedicar más tiempo en clase a profundizar aspectos de los temas de la asignatura y fomentar el aprendizaje centrado en el estudiante para que se involucren más en su proceso de aprendizaje.	Mediante la clarificación de dudas que pueden haber surgido a través del trabajo autónomo con el curso online y a través del proyecto de debate.
Determinar el contenido intencional, es decir, qué materiales deben manejar los estudiantes por su cuenta que sirvan como información para ayudarlos a tomar medidas posteriores alineadas con el programa de estudios y qué contenido debe explicarse en clase.	Mediante el contenido del curso online de inglés de nivel intermedio alto y a través de la investigación para el proyecto del debate.
Observar a los estudiantes, proporcionarles comentarios oportunos, continuamente evaluando su trabajo y ayudándoles a dominar el contenido.	Seguimiento del progreso del curso online y supervisión del trabajo colaborativo realizado para el proyecto de debate a través de documentos compartidos.

Las clases se impartieron en sesiones de 3 horas por semana durante un semestre (16 semanas), con un valor total de 4,5 ECTS. De las 3 horas, 1 se dedicó a clarificar contenidos del curso online de inglés y 2, al proyecto de debate. El curso online consta de 8 unidades de aprendizaje y otras 8 para poner en práctica los conocimientos adquiridos y evaluar el progreso. El curso está organizado y estructurado según los contenidos del examen oficial *Cambridge First Certificate in English*, es decir, comprensión y expresión escrita, uso del lenguaje, comprensión y expresión oral, y contiene más de 50 actividades con un número variable de ítems. Cada sección se presenta con explicaciones teóricas grabadas en video seguidas de ejercicios.

Con respecto a la práctica oral, que es una de las habilidades más difíciles de implementar y evaluar en los cursos online debido a que las soluciones de reconocimiento de voz que podrían incluirse como un complemento del sistema son todavía muy insatisfactorias, se pidió a los estudiantes que registraran su propia producción oral en respuesta a una serie de actividades y que subieran sus grabaciones al aula virtual de la Universidad para su posterior evaluación por parte del docente. Como esto no satisfacía la comunicación y la interacción oral, se puso en marcha, como solución a esta deficiencia, el proyecto de debate.

2.4. El proyecto de debate

Teniendo en cuenta que un debate es un proceso que implica un razonamiento formal sobre un tema en concreto donde se presentan argumentos opuestos para defender puntos de vista encontrados, esta parte de la asignatura tuvo como objetivo reforzar la práctica oral y proporcionar a los estudiantes recursos para transmitir ideas de manera convincente, apoyar éstas con evidencias y, sobre todo, presentarles el lenguaje de la argumentación.

3. RESULTADOS

3.1. Cuestionario previo

Todos los estudiantes (N=25) completaron el cuestionario previo. Cuando se les preguntó si habían estudiado inglés a través de la web con anterioridad, casi una cuarta parte respondió que sí (N=6, 24 %). En una pregunta de respuesta abierta indagando si preferían trabajar en equipo o individualmente y, en caso afirmativo, indicar por qué, sólo 4 (16%) de los estudiantes respondieron "individualmente", afirmando que esto les generaba menos distracciones y el trabajo era más productivo. Todos menos 1 estudiante, que dijo que dependía de la actividad en cuestión, los 20 restantes (80%) argumentaron que el trabajo en equipo aumenta el esfuerzo del individuo para participar, ofrece más oportunidades de interacción y comunicación, y estimula el aprender los unos de los otros, es un estimulante para obtener mejores resultados, permite compartir conocimientos y es, en general, menos aburrido. Esto nos llevó a creer que los alumnos estarían más inclinados hacia el proyecto de debate que al curso en línea y, en consecuencia, más motivados por esta tarea.

También nos interesaba saber cómo pensaban que era mejor aprender un idioma. Les dimos 4 opciones: a) Un curso presencial en el aula con un profesor; b) Un curso presencial utilizando tecnología en el aula; c) Un curso en línea asistido por un profesor, y d) Un curso en línea de autoaprendizaje. Un total de 17 encuestados (68%) eligió la opción A; 5 (20%) eligieron B; y 3 (12%) eligieron la D. Ninguno de los estudiantes seleccionó la opción C, que era la opción alineada con el uso del curso online dentro del enfoque de clase inversa que se había adoptado para la asignatura. De entrada, esto nos llevó a pensar que habría cierto rechazo por su parte hacia el aprendizaje del inglés a través del curso online. La gran mayoría, como podemos ver, prefirió un entorno de aula más "tradicional" donde podrían interactuar y ser guiados en su aprendizaje por un profesor, aunque casi una cuarta parte prefirió estar en el aula con el profesor haciendo uso de medios tecnológicos. El hecho de que 3 de ellos afirmaran preferir el aprendizaje en línea mediante un curso de autoaprendizaje se alinea con el hecho de que, como vimos anteriormente, 4 de ellos afirmaron preferir trabajar individualmente en lugar de trabajar en equipo.

Al consultar sobre la modalidad de aprendizaje que preferían para esta materia, a los estudiantes se les dieron 3 opciones: a) Autoaprendizaje (aprendizaje en línea sin tutor); b) Aprendizaje autónomo (aprendizaje guiado por un tutor), y c) Aprendizaje semipresencial (ambos combinados). Un estudiante (4%) eligió la opción A, lo cual es consistente con las respuestas a las 2 preguntas anteriores descritas, que ponían de manifiesto una preferencia por trabajar solo sin el "estorbo", podríamos decir, ni de los compañeros ni del profesor. Nueve (36%) optaron por b) pero la mayoría optó por c), es decir, un escenario de aprendizaje semipresencial. Siendo esta la opción más popular fue una satisfacción ya que era el modelo que se había elegido para la asignatura.

Debido a que proporcionar a los alumnos comentarios apropiados después de cada tarea completada es crucial para una progresión adecuada en el aprendizaje de idiomas (Livingstone, 2012; Nassaji, 2016), y proporcionar comentarios correctivos es una de las funciones más desafiantes para programar en un curso online, nos interesaba saber cuán importante era para nuestros estudiantes el feedback. No en vano, los 25, es decir, el 100%, respondieron afirmativamente a: "¿Es importante para ti recibir feedback para mejorar tus

habilidades lingüísticas?”. Esto nos llevó a ser aún más conscientes de la importancia de entregar un feedback adecuado y oportuno después de cada una de las tareas que componen el proyecto de debate.

3.2. Cuestionario posterior

Solo un 23 (92%) de los estudiantes completaron el cuestionario posterior al curso. Entre las preguntas planteadas, se preguntó a los estudiantes si pensaban que los cursos online fomentaban el aprendizaje autónomo/independiente. Sobre una escala de 7 puntos (siendo 1 “totalmente en desacuerdo” y siendo 7 “totalmente de acuerdo”), los resultados mostraron que más del 90% se mostró favorable a esta afirmación (7 eligieron 7; 8 eligieron 6; 6 eligió 5 y 2 eligió 4). Estos 2 últimos estudiantes que seleccionaron 4 (justo por encima del promedio) se relacionan con los resultados en el cuestionario previo mencionado anteriormente en el sentido de que un número reducido de estudiantes registrados no estaban dispuestos a estudiar inglés utilizando un curso de autoaprendizaje online.

Cuando se les preguntó si les había gustado trabajar a su propio ritmo, organizando su propio tiempo, la gran mayoría (91 %) respondió afirmativamente: 14 eligieron 7; 7 eligieron 6 y 2 eligieron 5. Los resultados se alinean con las tendencias observadas en los resultados de las preguntas discutidas anteriormente; hay evidencia de que 2 estudiantes se inclinaron por la enseñanza en el aula dirigida por el docente.

Otra pregunta que indicó el nivel de independencia que los estudiantes estaban dispuestos a aceptar se puede observar cuando se les preguntó si les gustaba poder autoevaluar su progreso accediendo a los informes de progreso integrados en el curso online. Los resultados muestran que el 83 % estaba muy satisfecho con los informes de progreso generados automáticamente; sin embargo, un 4 % (N=1) tendía a estar sólo moderadamente de acuerdo.

Por otra parte, también hubo un porcentaje de alumnos, aunque bajo, que subrayó que prefería un modelo de enseñanza en el que se pudiera contar con un profesor en el aula supervisando su trabajo y proporcionándoles la información y comentarios a su trabajo, que no disfrutaban del aprendizaje basado en la tecnología y que no encuentran atractivos los cursos online. Por tanto, para equilibrar las necesidades de nuestros alumnos, llegamos a la conclusión de que el modelo de enseñanza invertida sería adecuado y, dentro de él, el proyecto de debate compensaría la falta de comunicación auténtica en el curso online.

Para averiguar si los estudiantes ratificaban su respuesta a la pregunta sobre la mejor manera de aprender un idioma, hicimos esta misma pregunta en la encuesta posterior. A diferencia de los datos extraídos del cuestionario previo, en esta ocasión ningún estudiante indicó preferencia por la opción d) Un curso de autoacceso trabajando por cuenta propia, que inicialmente había sido seleccionada como su preferencia por el 12% de los estudiantes. Sin embargo, la opción c) Un curso online asistido por un profesor, que no había sido seleccionado en el cuestionario previo, ahora había sido elegido por el 17%. Nos satisfizo ver un ligero aumento hacia esta preferencia porque, como se mencionó anteriormente, la opción C se alineaba con el uso del curso online dentro del enfoque de la clase inversa que se había adoptado para esta asignatura. Comparado con el cuestionario previo, hubo un aumento en los estudiantes que indicaron que preferían la opción b) Un curso presencial utilizando tecnología en el aula (31 %). Algo más de la mitad del grupo, sin embargo, optó por la opción a) Un curso presencial en el aula con un profesor (52%), coincidiendo con las respuestas del

cuestionario previo. Estos datos ratificaron la idea de que los estudiantes preferían la enseñanza presencial en el aula con un docente con quien pudieran interactuar. La parte de la asignatura que se alineó con esta preferencia fue el trabajo realizado en clase para la preparación del debate de final del curso.

Para concluir, les pedimos a los estudiantes que nos dieran su percepción sobre cuánto habían mejorado sus habilidades lingüísticas. Un 83% (N=18) percibió que habían mejorado considerablemente (7 muy de acuerdo y 11 de acuerdo). Nadie tuvo la impresión de que no habían progresado en el aprendizaje del idioma.

En cuanto a las opiniones de los estudiantes al haber adoptado un enfoque de clase inversa, el 87,5% de los estudiantes se mostraron satisfechos y destacaron que lo que más habían valorado fue:

- Los materiales en línea utilizados en la materia (es decir, el curso online)
- Las actividades de aula presencial con el profesor (es decir, el debate)
- Una relación más cercana con el docente y una orientación eficaz.
- Una relación más cercana con los compañeros (por ejemplo, colaborando en la preparación del debate en equipos).
- Los métodos de evaluación utilizados para calificar la materia (es decir, formativo y sumativo).
- La planificación y organización de la asignatura por parte de la profesora.

Como podemos ver, en general, los estudiantes se mostraron muy satisfechos con la metodología adoptada en la asignatura.

4. CONCLUSIONES

En resumen, los datos informados en la encuesta previa, así como en las encuestas posteriores, muestran que los estudiantes matriculados en la asignatura de inglés de nivel B2 de inglés dentro de la asignatura de Ingeniería Aeroespacial en la Universitat Politècnica de València (España) estaban muy satisfechos con la adopción de la clase inversa, y quedaron satisfechos con los dos componentes que integran la materia, es decir, el aprendizaje autónomo a través de un curso online diseñado específicamente por la profesora para la materia y un proyecto de debate para compensar la falta de práctica oral auténtica en el curso online. También hubo evidencia de que varios encuestados claramente preferían un enfoque más centrado en el profesor, en el que las explicaciones se dan en forma de conferencias y las actividades son controladas y supervisadas por el profesor en un entorno de aula tradicional. Esto demuestra que, a pesar de que nuestros estudiantes son nativos digitales absolutos, todavía hay mucho espacio para enfoques de enseñanza "analógicos".

REFERENCIAS

- Europass Teacher Academy. Flipped classroom, 2020 <https://www.teacheracademy.eu/course/flipped-classroom>
- Livingstone, K.A. (2012). The importance of feedback and reinforcement in Computer Assisted Language Learning, *Baraton Interdisciplinary Research Journal*, 2(1), 43-51.
- Nassaji, H. (2016). *The interactional feedback dimension in instructed second language learning: Linking theory, research, and practice*. London: Bloomsbury Publishing.

Fabricación Aditiva como herramienta integradora de competencias

J.A. García-Manrique^a, C. Gascón^a y P. Castelló^a

^aUniversitat Politècnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Camino de Vera, s/n. 46020. Valencia.

jugarcia@mcm.upv.es; cesargarciagascon@gmail.com; pabcaspe@etsid.upv.es.

Abstract

The digital transformation in educational environments has allowed the implementation of new manufacturing technologies that have required a transversal knowledge of many areas of knowledge. This work shows the integrative capacity of Additive Manufacturing technologies in teaching environments, allowing students to gain skills in areas of knowledge as disparate as mathematics, manufacturing processes, thermodynamics, mechanics, materials, design, etc.

Keywords: Additive Manufacturing, 3D Print, Transversal Skills, Digital Transformation.

Resumen

La transformación digital en los entornos educativos ha permitido la implantación de nuevas tecnologías de fabricación que han necesitado de un conocimiento transversal de muchas áreas de conocimiento. En este trabajo se muestra la capacidad integradora de las tecnologías de Fabricación Aditiva en entornos docentes, permitiendo que los estudiantes adquieran destrezas en áreas de conocimiento tan dispares como matemáticas, procesos de fabricación, termodinámica, mecánica, materiales, diseño, etc.

Palabras clave: Fabricación aditiva, Impresión 3D, Competencias Transversales, Transformación Digital.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La Fabricación Aditiva (FA) es una tecnología emergente y disruptiva que se ha implantado en la práctica totalidad de los sectores industriales y de manera muy destacada en la educación. A pesar de este rápido crecimiento, aspectos tan importantes como la propia definición del concepto de FA no acaba de tener un consenso totalmente aceptado. Podemos considerar que la FA es un conjunto de técnicas que nos permiten la fabricación de componentes por adición de material con la ayuda de equipos controlador por información digital. Nos encontramos en un momento apasionante a nivel tecnológico con una relevancia similar a la implantación de la informática o internet en nuestras vidas. La totalidad de centros tecnológicos, universidades, centros educativos, etc. están utilizando esta tecnología como una herramienta más de investigación, desarrollo y experimentación (ASTM, 2012).

El desarrollo de cualquier proyecto que involucre a la FA debe contar con equipo altamente multidisciplinar y con gran experiencia en nuevas tecnologías de información. La FA es una herramienta que fomenta la colaboración entre distintos grupos de trabajo ya que permite la diseminación de los resultados de manera casi inmediata. De hecho, una de las principales ventajas de la Fabricación Digital y en concreto la FA es que son perfectas para compartir y para fomentar el trabajo colaborativo, gracias al cual podemos hacer crecer nuestros resultados de manera exponencial (Calignano, 2017). La impresión 3D arrastra un gran número de tecnologías que el estudiante va asimilando de manera natural y enriquecedora en su proceso de aprendizaje. El diseño asistido por ordenador, la simulación por elementos finitos, el escaneado tridimensional, cálculo de estructuras o caracterización de materiales son materias que el alumno/a descubre durante las asignaturas de fabricación y que le son muy necesarias para completar sus competencias.

En este artículo se describen una serie de experiencias docentes basadas en el uso de las FA como herramienta educativa en el entorno universitario. El principal objetivo de esta experiencia fue transmitir al alumno/a la importancia del trabajo colaborativo en el entorno de la Fabricación y, de esta forma, mejoraran de manera natural sus competencias transversales. Concretamente se aplicaron las técnicas en la asignatura de Fabricación Aeroespacial del tercer curso del grado en Ingeniería Aeroespacial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de Valencia. Esta actividad se ha realizado con éxito en los cursos académicos 2019/20 y 2020/2021. Los resultados muestran que los estudiantes mejoran su rendimiento y mejoran sus competencias transversales con el uso de estas tecnologías.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la experiencia, se propuso a los alumnos/as realizar un trabajo en grupos de 4/5 alumnos donde pudieran aplicar los conocimientos adquiridos en la asignatura en un proyecto de carácter experimental. El proyecto consiste en el diseño de un ala de avión y la propuesta de fabricación se debería realizar mediante técnicas aditivas. Esta propuesta debía ser comparada con las tecnologías convencionales de Composites y conformado por arranque de viruta. Se realizaron un total de 24 proyectos completos. Los requerimientos básicos a cumplir por todos los grupos son:

- Semi envergadura: 800mm
- Perfil alar en raíz: ClarkY (Clark Y, 2022)
- Cuerda en raíz: 200mm
- Peso máximo: 400gr
- La cuaderna central del ala es común a todos los grupos y será proporcionada en formato dxf. El ala debe diseñarse con alerones y sin flaps.
- La dimensión máxima de cada uno de los alerones es 300*40mm en planta.
- El ala debe ser lo más rígida y liviana posible.
- El ala se ensayará en una máquina universal de ensayos, Instron 5960
- El ala llevará una bayoneta de fibra de carbono de 6mm de diámetro exterior y 4 mm interior. La bayoneta atraviesa el ala un máximo de 300mm.

Se pone el ala en voladizo con la ayuda de la bayoneta y se le someterá a una carga de flexión. La carga se aplicará de manera progresiva a 700mm de la raíz. Se registra la deformación del ala en diferentes instantes de tiempo con un desplazamiento máximo de 20mm. La nota del ensayo (K) será función de la relación: $k = \frac{\text{Carga}}{\text{Peso}} \quad (\text{N y kg})$. La nota de la estimación del comportamiento será función de: $E = \int_0^{e_{max}} Q(e)de$. Siendo e el desplazamiento, Q la carga y e_{max} el desplazamiento al final del ensayo.

El grupo que obtenga un valor de k mayor tendrá la máxima calificación con independencia del resto de ítems. En el caso de que los resultados del ensayo no reflejen de manera adecuada los objetivos del diseño, el profesor podrá suspender esta parte de la evaluación si lo considera oportuno. No serán admitidos los diseños que no sean fieles al espíritu del trabajo (diseño de un ala de avión). En la presentación del diseño realizado se valorará la correlación de los resultados previstos con el ensayo experimental y la justificación de las discrepancias observadas. Así mismo, los grupos deberán presentar planos en 2D correctamente acotados con tolerancias dimensionales y geométricas cuando sea necesario. En la figura 1 se muestran detalles de uno de los ensayos realizados con un ala de madera donde se pueden ver los diferentes componentes del trabajo de los alumnos. En la figura 1 (izquierda) se describe en detalle los componentes del utillaje de ensayo de las alas para que los alumnos puedan realizar las simulaciones por elementos finitos que consideren necesarias. El equipo de ensayos se deja disponible para los alumnos que deseen realizar alguna caracterización de materiales usados en su trabajo. El profesor, durante las sesiones de prácticas informáticas realizó un diseño como ejemplo demostrativo que se puede ver en la Fig 1 (derecha)

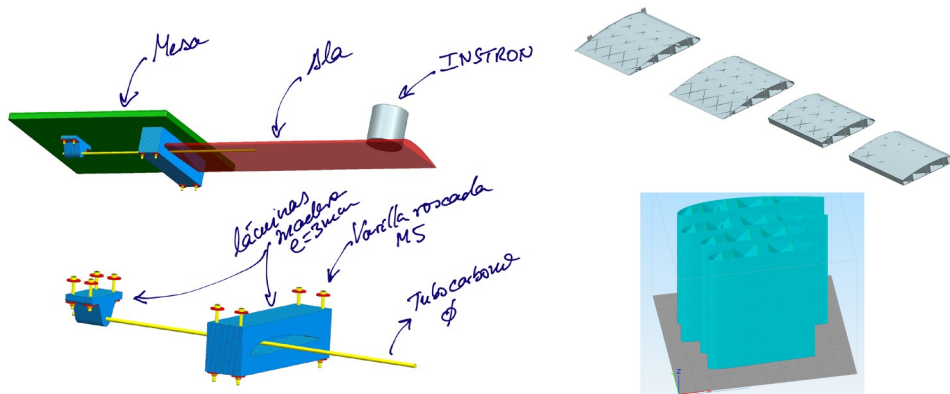


Fig. 1. Esquema del ensamble del utillaje de ensayo y diseño propuesto como ejemplo

Para la elaboración de los proyectos, los grupos tendrán que tener las siguientes competencias:

- Dibujo en 2D
- Importar y exportar perfiles aerodinámicos obtenidos de las bases de datos
- Generación de sólidos mediante operaciones básicas de extrusión, rotación, operaciones booleanas, etc.
- Posicionar y orientar piezas 3D en el espacio
- Generar superficies 3D básicas (barridos, mallas de curvas, etc)
- Generar código de control numérico para Máquinas Herramientas (fresadora, impresora 3D, corte por láser)

- Conocimientos básicos de tecnología aeronáutica
- Conocimientos básicos sobre comportamiento de materiales
- Conocimientos básicos de cálculo estructural

Para la elaboración de los proyectos, los alumnos han tenido a su disposición los siguientes equipamientos (Fig. 2):

- Prusa i3 MK3S. (25 x 21 x 21 cm). <https://shop.prusa3d.com/en/3d-printers/180-original-prusa-i3-mk3s-kit.html>
- Ultimaker 3 extended+ (215 x 215 x 300 mm). <https://ultimaker.com/es/3d-printers/ultimaker-3>
- Blackbelt 3D. <https://blackbelt-3d.com/the-blackbelt-3d-printer/>

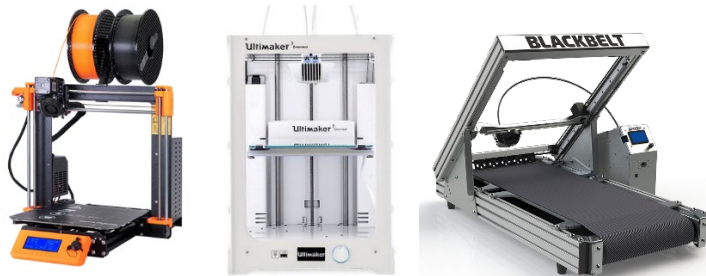


Fig. 2. Equipos de impresión disponibles para la realización de los proyectos

RESULTADOS

A continuación, se muestran algunos de los resultados obtenidos en los trabajos de los alumnos, donde se puede apreciar la toma de datos necesaria para su evaluación: peso y comportamiento mecánico medido en máquina universal de ensayos (Fig. 3).

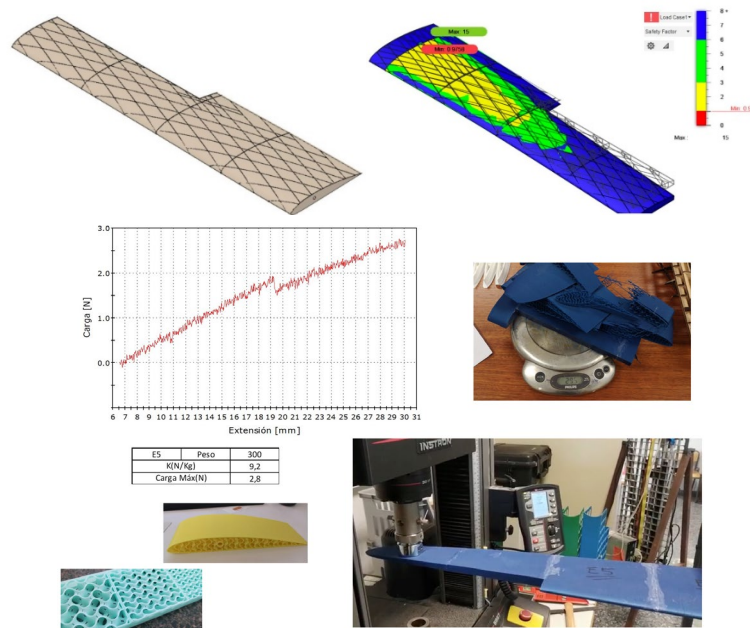


Fig. 3. Resultados obtenidos por grupo de alumnos a modo de ejemplo

En la memoria que presenta los alumnos se describen las estrategias seguidas para el diseño con fabricación aditiva, la comparativa frente a tecnologías convencionales como composites o madera y se expone presencialmente el trabajo en grupo. En algunos casos, los alumnos continuaron desarrollando sus proyectos al terminar la asignatura, como el caso del diseño de un avión solar impreso para vuelo perpetuo o la aplicación de estructuras de relleno tipo giroide (Pelanconi, 2019) para aplicaciones aeroespaciales.

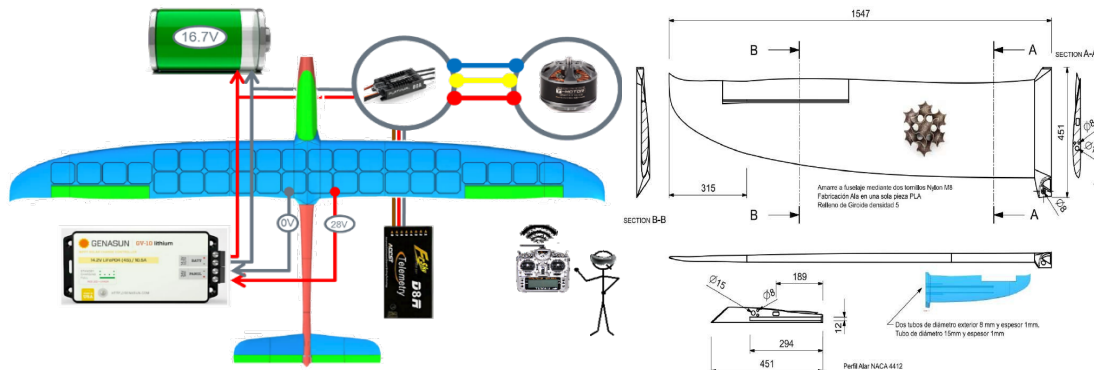


Fig. 4. Avión SolarIO de vuelo perpetuo (García-Gascón, 2021).

CONCLUSIONES

En este trabajo se han mostrado de manera resumida algunos de los resultados obtenidos durante el desarrollo de un proyecto docente para la aplicación de nuevas tecnologías de fabricación a la titulación del Grado en Ingeniería Aeroespacial. El principal obstáculo que se ha encontrado en la implantación de esta tecnología es el elevado grado de implicación necesario por parte del profesorado y el coste asociado a la realización de los proyectos. En este caso se han realizado un total de 24 proyectos con un gran tiempo de máquina empleado y mucho material fungible consumido. El coste asociado a cada uno de los proyectos es de una media de 20 euros en materiales y una media de 12 horas de impresión por grupo. En algunos casos los diseños se han tenido que imprimir varias veces por errores durante la impresión. Se ha observado un elevado interés por parte de los alumnos en continuar con sus trabajos, haciendo sus trabajos fin de grado (10 alumnos) o incluso creando nuevos grupos de Generación Espontánea para materializar sus prototipos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación parcial de este trabajo al proyecto con título "GEMELOS DIGITALES EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN ADITIVA PARA COMPONENTES DE FIBRA DE CARBONO: HACIA MOVILIDAD SOSTENIBLE", con referencia PID2019-108807RB-I00. Así mismo, agradecer a la ETSID de la UPV por la implicación en todas las iniciativas académicas propuestas por el profesorado y su apoyo continuo.

REFERENCIAS

ASTM International — Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies (2012). <https://www.astm.org/Standards/F2792.htm..>

- Calignano, F. et al. (2017). Overview on additive manufacturing technologies. Proc. IEEE, vol. 105, no. 4, pp. 593–612.
- César García-Gascón (2021). Diseño y Fabricación de un UAV solar de ala fija para misión autónoma. Hacia la fabricación impresa en la industria aeronáutica. (SolarÍO). Trabajo Fin de Grado Ingeniería Aeroespacial, ETSID, Univesitat Politècnica de Valencia
- Clark Y airfoil (2022). https://en.wikipedia.org/wiki/Clark_Y_airfoil. [Acceso: Jun-2022].
- Pablo Castelló (2021). Application fo Additive Manufacturing Techniques with Minimal Surfaces for the Development of a Fixed-Wing UAV. Trabajo Fin de Grado Ingeniería Aeroespacial, ETSID, Univesitat Politècnica de Valencia
- Pelanconi, M, A. Ortona (2019). Nature-inspired, ultra-lightweight structures with gyroid cores produced by additive manufacturing and reinforced by unidirectional carbon fiber ribs. Materials., vol. 12, no. 24, pp. 1–14.



TRANSFORMACIÓN SOCIAL

SESIÓN PLENARIA

Ignacio Mártel de la Plaza

Soy Doctor en Física (1982) y Catedrático de Electrónica (2007). Mi actividad docente e investigadora en la Universidad Complutense de Madrid, de carácter marcadamente experimental, está centrada en el campo de la física de los semiconductores. Soy especialista en propiedades eléctricas y ópticas de estos materiales, así como en dispositivos electrónicos y opto-electrónicos basados en ellos.

Principales indicadores de investigación

Mi actividad científica se concreta en los siguientes indicadores principales:

Soy co-autor de más de 160 artículos científicos publicados en revistas de alto impacto de ámbito internacional (factor H de Hirsch: 29, según el portal Scopus).

He presentado más de 100 Ponencias en congresos internacionales.

He participado y participo, como Investigador Principal o como miembro del equipo investigador, en más de 25 proyectos de investigación financiados con fondos públicos en concurrencia competitiva.

Director de 7 Tesis Doctorales.

Principales indicadores de divulgación

En 2021 he recibido el [Premio de la Real Sociedad Española de Física–Fundación BBVA](#) a la enseñanza y divulgación de la física en el ámbito universitario.

Soy autor de dos libros de divulgación científica: “[Microelectrónica. La historia de la mayor revolución silenciosa del siglo XX](#)” (Ediciones Complutense, Madrid, 2018); “[Energía solar. De la utopía a la esperanza](#)” (Guillermo Escolar Editor, Madrid, 2020).

Tengo una página web personal (unpocodecienciaporfavor.com), un blog de divulgación científica en el diario *Público*, soy colaborador de *El País*, *OpenMind* y *El Confidencial*.

En las Redes Sociales, tengo perfiles en [YouTube](#), [Instagram](#), [Twitter](#) y [Facebook](#), en este último caso, con más de 780.000 seguidores.

RESUMEN SESIÓN PLENARIA

Partiendo de mi experiencia personal, en esta charla analizo la necesidad que tenemos de buena divulgación científica en el mundo en el que vivimos, las herramientas que utilizo para llevarla a cabo y los resultados que obtengo, para lo que muestro algunos datos cuantitativos (conocidos en el argot como “métricas”), que permiten analizar el éxito o el fracaso en la consecución de los objetivos. Como marco, siempre está presente la influencia y la enorme potencia de las Redes Sociales como instrumento esencial para dar a conocer la actividad de divulgación en la actualidad.

La charla se estructura en torno a diversas preguntas, a las que voy dando respuesta para analizar la utilidad, la adecuación y las limitaciones de las herramientas que utilizo para llevar a cabo dicha tarea de divulgación.

La sesión está dirigida a personas sin formación previa en tareas de comunicación, pero que tengan interés y curiosidad por introducirse en esta apasionante tarea.

Investigación en las competencias y temáticas de Trabajos Fin de Grado en Ingeniería Naval

Pablo Romero Tello^a, Jerónimo A. Esteve Pérez^b, Carlos A. Mascaraque Ramírez^c y José Enrique Gutiérrez Romero^d

^aDpto. Física Aplicada y Tecnología Naval. Universidad Politécnica de Cartagena. (pablo.romero@upct.es), ^bDpto. Física Aplicada y Tecnología Naval. Universidad Politécnica de Cartagena. (jeronimo.esteve@upct.es), ^cDpto. Física Aplicada y Tecnología Naval. Universidad Politécnica de Cartagena. (carlos.mascaraque@upct.es) y ^d Dpto. Física Aplicada y Tecnología Naval. Universidad Politécnica de Cartagena. (jose.gutierrez@upct.es).

Abstract

The Bachelor's Thesis (BT) is an element of an original professional and academic nature in which the knowledge, skills and competences acquired by the student in the degree programme are revealed. In the following work, a study is made of the different competences and topics addressed in the BT in Naval Architecture and Marine Systems Engineering. Finally, a pool of BTs is proposed to help students in the planning of their BT.

Keywords: Bachelor's Thesis, Naval Engineering, Skills, Competences.

Resumen

El Trabajo Fin de Grado (TFG) constituye un elemento de naturaleza profesional y académica original en el que quedan de manifiesto los conocimientos, habilidades y competencias adquiridas por el estudiante en la titulación. En este trabajo se realiza un estudio de las distintas competencias y temáticas que se abordan en los TFGs del Grado en Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistemas Marinos. Finalmente, se plantea un *pool* de TFGs, que ayude al alumnado en el planteamiento de su TFG.

Palabras clave: Trabajo Fin de Grado, Ingeniería Naval, habilidades, competencias.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica de la Universidad Politécnica de Cartagena (ETSINO-UPCT) imparte los estudios conducentes al título de Graduado en Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistemas Marinos (BOE, 2011), esta titulación tiene asociadas dos atribuciones profesionales, por un lado la de arquitectura naval y por otro la de sistemas marinos, es por ello un requisito para la obtención del título cumplir competencias de ambas ramas del conocimiento en la realización del TFG.

El presente trabajo estudia las competencias y temáticas relacionadas con el ámbito de la Ingeniería Naval abordadas en el TFG, además, se pretende elaborar un catálogo de temáticas

para la orientación del alumnado a la hora de plantear su TFG. En el Grado de Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistemas Marinos (GANISM), el “Trabajo Fin de Grado” (UPCT, 2022) tiene un peso considerable, con una carga docente obligatoria de 18 créditos ECTS, siendo la asignatura con más peso en el plan de estudios. En esta asignatura se pone se desarrolla el aprendizaje basado en proyectos (Battaner-Moro et al, 2016), que la hace ideal para conectar el conocimiento factual, principios y habilidades para su aplicación dentro de una profesión (Alok, 2011).

En este trabajo se analizarán los TFGs del Área de Construcciones Navales correspondientes a la titulación GANISM, durante los últimos cursos académicos, ya que el área tiene una importante influencia en la titulación, con el 32% de la docencia. Se determinarán las competencias específicas abordadas por los TFGs, así como el grado de participación de cada una de ellas, además, se identificarán las técnicas y herramientas empleadas para la elaboración de los TFGs. Junto al análisis de la información recopilada de los TFGs desarrollados en los últimos cursos, se pretende establecer un catálogo de competencias y temáticas de TFGs en Ingeniería Naval que sirva de a los futuros estudiantes que tengan que desarrollar su trabajo, a comprender qué competencias potenciarán y qué técnicas deberán ser capaces de manejar.

Metodología

Para la consecución de los objetivos planteados, se establece la siguiente metodología. Se realizará una recopilación de las propuestas de TFGs de GANISM de la ETSINO finalizados durante los cursos 2018/19 al 2020/21. Se analizará la información contenida en las propuestas recopiladas, y en este análisis se tratará de:

- Listar las competencias abordadas e incorporadas en las propuestas.
- Cuantificar el desarrollo de cada competencia abordada en los TFGs.
- Establecer indicadores que aglutinen competencias.
- Listar las técnicas y/o herramientas empleadas para la elaboración del TFG.
- Determinación del porcentaje de presencia de cada técnica identificada en cada TFGs analizados.
- Creación de un *pool* de temáticas que indique el porcentaje de desarrollo de cada rama de especialización y las técnicas y/o herramientas requeridas.

Se obtendrán una serie de conclusiones sobre los resultados obtenidos tras el análisis de los diversos conceptos listados en el punto anterior. Finalmente, se elaborará un catálogo de competencias y temáticas de TFGs como orientación para los futuros estudiantes.

Resultados

Los TFGs de la titulación de (GANISM) en los cursos analizados (2018, 2019, 2020, y 2021), suponen un total de 116 TFGs. Habiendo dirigido el área de Construcciones Navales un 44% frente al 56 % dirigido por el resto de departamentos involucrados en la docencia del título. Se han analizado las competencias desarrolladas en los TFGs dirigidos por el área de Construcciones Navales, y se han agrupado en las dos ramas de conocimiento de la especialidad, es decir, Arquitectura Naval (Rama 1) e Ingeniería de Sistemas Marinos (Rama 2), para este fin, se han definido unos indicadores (seis en el caso considerado) que agrupan las competencias de esas ramas (Véase la Tabla 1).

Competencias y temáticas de TFGs en Ingeniería Naval. Creación de un catálogo de temáticas como recurso didáctico para la orientación del alumnado.

Tabla 1. Indicadores establecidos asociados a las ramas de especialización.

Indicador	Observaciones	Rama	Competencias
Manejo de normativa	Consultar, interpretar y aplicar normativa de diseño, nacional y/o internacional.	1; 2	Todas
Cálculos de estabilidad	Realizar cálculos de estabilidad de buques para la consecución del TFG (Papanikolau, 2016).	1	EEM1
Predicción de potencia y planta propulsora	Predicción de potencia para estimar la planta propulsora del buque y definición de esta (Papanikolau, 2016).	1; 2	CRN9; CRN10; CRN11; EEM2; ESPB1; ESPB2 ESPB6
Diseño disposición general	Diseñar la disposición general del buque (Alvariño-Castro, 2007).	1; 2	EEM6; EEM7; EEM8
Cálculo de estructura	Realizar cálculos relacionados con estructuras de buques (Papanikolau, 2016).	1	EEM5
Gestión de proyectos y otros	Gestión de los flujos de trabajo en el anteproyecto de buques. Integración de sistemas a bordo.	1; 2	ESPB9; EEM11; EEM12

Se han estimado en forma de porcentaje los indicadores que cada TFG presenta de cada una de las competencias específicas de cada rama (1 y 2). Estos porcentajes se estiman mediante las competencias indicadas en la propuesta de cada TFG. En la Figura 1, se muestra de una manera detallada el reparto de indicadores en los TFGs analizados. Adicionalmente, en la Figura 1 se clasifican los TFGs en 3 grupos, identificados con tres colores: rojo, amarillo y verde.

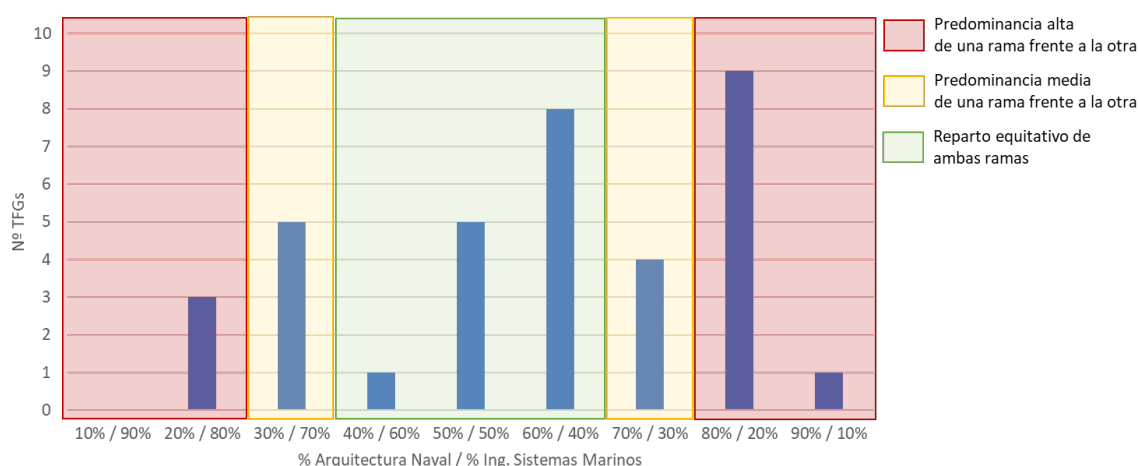


Fig. 1. Reparto de competencias en los TFGs.

Se observa, que los indicadores relativos a la consulta de normativa, técnicas de predicción de potencia y planta propulsora, tienen un porcentaje de aparición superior al 75 % de los TFGs analizados, así como el porcentaje de aparición de los relativos al cálculo de estabilidad, disposición general y cálculo de estructuras se encuentra cercano al 50 %. Cabe destacar que

el porcentaje de aparición del indicador relativo a la gestión de proyectos, es de un 14%, esto indica que se debe fomentar el desarrollo de estas competencias. Se han identificado un total de 9 herramientas o técnicas (véase la Tabla 2) más empleadas en los TFGs analizados.

Tabla 2. Herramientas/técnicas empleadas en la elaboración del TFG.

Herramienta/Técnica	Observación
(1) Hoja de cálculo	Hojas de cálculo tipo EXCEL® para sistematizar flujos de trabajo.
(2) Software de cálculo estructural	Programas basados en el Método de los Elementos Finitos (MEF) para el cálculo de estructuras.
(3) Software de diseño naval	Programas específicos para el cálculo de las propiedades de estabilidad del buque.
(4) Software de diseño CAD	Programas generalistas de tipo CAD para el diseño del buque o elementos de este.
(5) Software de cálculo de fluidos	Programas basados en el Método de los Elementos Finitos (MEF) para el cálculo de aspectos hidrodinámicos y de fluidos en buques.
(6) Base de datos	Generación de un catálogo de buques similares para el estudio estadístico de las dimensiones y parámetros relativos al buque a diseñar.
(7) Programación y electrónica	Desarrollo de programación y uso de electrónica para el diseño de prototipos basados en Arduino.
(8) Manejo de normativa	Manejo de distintas fuentes normativas aplicadas al diseño de buques e instalaciones marinas.
(9) Otros	Todo tipo técnicas y/o herramientas distintas de las anteriores.

Se identifica que en el proceso de elaboración del TFG el uso de la hoja de cálculo es fundamental para la gestión de bases de datos la realización de los cálculos preliminares de cada una de las etapas del TFG. A continuación, un 75% de los TFGs requiere el uso de programas de diseño CAD para modelar el buque (Ramas 1 y 2). Respecto a las tareas de cálculos de hidrostática y estabilidad (Rama 1), en un 72% se realizan con programas específicos. En cuanto a la fase de aplicación de técnicas de predicción de potencia (Ramas 1 y 2) hay un uso combinado de hoja de cálculo y de programas basados en el MEF. Las herramientas y técnicas vinculadas con proyectos de temáticas innovadoras (identificadas en la Tabla 2 como "Otros") son las de menor presencia.

Se establece un *pool* de temáticas de TFGs, donde la presencia de cada rama queda recogida, así como los conocimientos y técnicas que debe emplear para su elaboración. Los resultados obtenidos han permitido caracterizar las competencias, herramientas y/o técnicas empleadas en los TFGs del Grado en Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistemas Marinos. Se ha elaborado un pool de temáticas en los TFGs en los que los estudiantes puede apoyarse para decidir el camino a seguir en la elaboración de su TFG. Este pool se ha elaborado en base a las temáticas planteadas de los cursos analizados. A modo de ejemplo, un estudiante cuyo interés sea el desarrollo o estudio de embarcaciones deportivas (anteproyecto de un buque), sabría que, con el tipo de proyecto a elaborar, cubriría de manera equitativa las competencias de ambas de la titulación, y que para ello debería ser capaz de manejar las herramientas indicadas en la Tabla 3.

Competencias y temáticas de TFGs en Ingeniería Naval. Creación de un catálogo de temáticas como recurso didáctico para la orientación del alumnado.

Tabla 3. Pool de temáticas de TFG y herramientas/técnicas necesarias para su realización.

Rama (% de presencia)	Temática propuesta	Herramientas/ Técnicas
0 – 30% Rama 1 70 – 100% Rama 2	Diseño de detalle de la cámara de máquinas de un buque; Estudios técnicos y económicos de tráfico marítimo; Gestión de proyectos orientados a producción en astilleros; Estudios de impacto ambiental de la propulsión de buques; Diseño de instalaciones	1, 4, 6, 8 y 9
30 – 50% Rama 1 70 – 50% Rama 2	Anteproyecto de un buque; Proyecto de transformación o reforma de un buque; Proyecto de abanderamiento.	1, 2, 3, 4, 6 y 8
70 – 100% Rama 1 0 – 30% Rama 2	Estudio de remolque de un buque o artefacto flotante; Estudio hidrodinámico de un buque o artefacto flotante; Diseño de detalle de la estructura de un buque.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Conclusiones

Como resultado de los estudios anteriores se concluye que, se puede concluir que los TFGs realizados en áreas afines a la titulación incluyen competencias de las dos ramas de especialización de la carrera. Se observa que, de los TFGs analizados, al menos un 35% de ellos prioriza en exceso alguna de las ramas. Esto indica que sería recomendable para cursos futuros revisar las propuestas de TFG, intentando adaptar el alcance de los trabajos y distribuir mejor las competencias. Se ha identificado que, existen técnicas y/o herramientas que son indispensables para la elaboración del TFG, entre las que se encuentran, el uso de base de datos, hojas de cálculo y el manejo de normativa. Finalmente, se ha establecido un *pool* de temáticas que relaciona el desarrollo de cada rama de especialización, junto con las técnicas y/o herramientas necesarias para el desarrollo de la temática.

REFERENCIAS

- Alok K. (2011). Impact of project based learning in introduction to engineering/ technology class, American Society for Engineering Education.
- Alvariño-Castro, R., Azpíroz-Azpíroz, J.J. y Meizoso-Fernández, M. (2007). El proyecto básico del buque mercante.
- Battaner-Moro, E., González-Chamorro, C. y Sánchez Barrios, J.L. (2016). El trabajo de fin de Grado (TFG) en las Universidades españolas. Análisis y discusión desde las Defensorías Universitarias. Revista Universidad, Ética y Derechos - Rued@ Num.1 (10.25267/Rueda.2016.i1.08)
- Boletín Oficial del Estado de 30 de noviembre de 2011, Resolución de 19 de octubre de 2011, de la Universidad Politécnica de Cartagena, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistemas Marinos.
- Papanikolaou, A. (2016). Ship Design: Methodologies of Preliminary Design. Springer.
- Universidad Politécnica de Cartagena, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica, Estudios de Grado en Arquitectura Naval e Ingeniería de Sistemas Marinos. Sitio web: <https://estudios.upct.es/downloadFile/d2ydwmx010>. Consultado mayo 2022.

Metodología de aprendizaje basado en problemas para la innovación docente en estudios de Bioingeniería

Santiago Ruiz-Martínez^a, Joan San^b y Teresa Puig^c

^aDepartamento de Ciencias Médicas, Facultad de Medicina, Universidad de Girona, santiago.ruiz@udg.edu, ^bDepartamento de Ciencias Médicas, Facultad de Medicina, Universidad de Girona, joan.san@udg.edu, y ^cDepartamento de Ciencias Médicas, Facultad de Medicina, Universidad de Girona, teresa.puig@udg.edu.

Abstract

The emergence of Degrees such as the one in Biomedical Engineering (DBE) that entails a transversal learning with health and engineering personnel implies the use of new pedagogical methods. Here we show the implementation of the Problem-Based Learning (PBL) methodology in a DBE subject focused on the areas of applied anatomy and physiology. We also present the competencies and objectives distributed in PBL cases, as well as the results of all completed courses.

Keywords: Bioengineering, Problem-Based Learning, teaching innovation, engineering.

Resumen

La aparición de titulaciones como el Grado en Ingeniería Biomédica (GIB) que comportan una dimensión formativa transversal con personal sanitario e ingeniero implica el uso de nuevos modelos pedagógicos. Se muestra la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en una asignatura de GIB centrada en las áreas de anatomía y fisiología. Se presentan las competencias y objetivos de aprendizaje distribuidos en casos ABP, así como los resultados de los cursos completados.

Palabras clave: Bioingeniería, Aprendizaje Basado en Problemas, innovación docente, ingeniería.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El uso de tecnología en el campo de la medicina y la atención de la salud se ha ido incrementando en los últimos años con la introducción de nuevos dispositivos y equipos médicos con el fin de prevenir o predecir enfermedades y de mejorar el diagnóstico, tratamiento, rehabilitación o atención a largo plazo de los enfermos. En este avance de la tecnología y la expansión de la demanda de equipos y dispositivos médicos de vanguardia, la Ingeniería Biomédica, también conocida como Bioingeniería, es un campo imprescindible y en rápido crecimiento. La Ingeniería Biomédica aplica los conceptos, principios y métodos de la

ingeniería en la resolución de problemas en biología y medicina, combinando conocimientos de fisiología, biología, atención médica e informática de la salud.

En la Universidad de Girona (UdG) empezó el Grado en Ingeniería Biomédica el curso académico 2018/19, dentro de la rama de conocimiento de ingeniería y arquitectura, proporcionando una formación vertical entre tecnologías facilitadoras (informática, instrumentación electrónica y biomecánica y materiales) y una formación transversal, aplicada al diagnóstico y la terapia. La dimensión formativa transversal se lleva a cabo con la colaboración entre el personal médico y sanitario de la Facultad de Medicina y Enfermería y el personal ingeniero y tecnológico de la Escuela Politécnica Superior, a través de cinco áreas de interés: anatomía y fisiología aplicadas, imagen médica, patología médica y enfermedades crónicas, patología quirúrgica y sistema sanitario. A parte del claro beneficio multidisciplinar aportado a través de los conocimientos particulares de cada una de las áreas implicadas, éstas cuentan con metodologías de enseñanza diferentes.

La metodología didáctica de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se originó en el ámbito de la salud, concretamente en la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster, en Canadá (Neville *et al.*, 2019) y desde entonces se ha ido estableciendo con éxito en otros países y facultades. En España se introdujo el método ABP con el fin de cumplir con las directrices europeas en educación superior universitaria (Arpí Miró *et al.*, 2012). En la UdG son varias las facultades que han adoptado la metodología ABP, entre las que encontramos la Facultad de Enfermería, la Facultad de Educación y Psicología y la de Medicina (Ramió *et al.*, 2018). En el caso de la Escuela Politécnica Superior de la UdG, se ha implementado la metodología ABP en una asignatura optativa del Grado en Ingeniería Mecánica y del Grado en Ingeniería Química con resultados prometedores (Ciurana *et al.*, 2017), creando así un racional para su uso en un grado de ingeniería en el ámbito de la salud.

El objetivo de este artículo es mostrar la implementación de la metodología ABP en la asignatura obligatoria de 5 créditos de segundo curso del Grado en Ingeniería Biomédica, *Anatomía Funcional y Biomecánica* que se encuentra dentro del bloque de 17 créditos de “soporte al diagnóstico y la terapia”. Se trata de una asignatura impartida en su totalidad por profesorado de la Facultad de Medicina, desde las áreas de Anatomía y Fisiología.

METODOLOGÍA

La información expuesta tradicionalmente por parte del profesorado no es suficiente para preparar a los estudiantes para uno de los campos de la ciencia y la medicina de más rápido crecimiento. Las metodologías de enseñanza en la Universidad deben adaptarse a la aparición de nuevas tecnologías y a una mayor accesibilidad a una enorme cantidad de información cada vez más difícil de gestionar.

1.1. Competencias

La asignatura de *Anatomía Funcional y Biomecánica* tiene como objetivos de aprendizaje (OA) conocer y comprender la biomecánica del cuerpo, sus funciones estáticas, dinámicas y las lesiones del aparato locomotor sometido a un campo gravitatorio. Las competencias se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Competencias relacionadas con la asignatura Anatomía Funcional y Biomecánica.

Básicas y generales	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar la propia actividad y aprendizaje y elaboración de estrategias para mejorarlas - Recoger, seleccionar y organizar información de manera eficaz
Transversales	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar el conocimiento adecuado de la lengua inglesa, tanto oral como escrita, teniendo en cuenta especificaciones del registro médico para poder comunicarse eficazmente con la comunidad internacional científica y profesional
Específicas	<ul style="list-style-type: none"> - Formular, diseñar y evaluar soluciones biomecánicas de asistencia y terapia - Especificar, diseñar y evaluar diversos dispositivos, recursos y aplicaciones informáticas como instrumentos terapéuticos de origen biomédico

Con el fin de cumplir con los objetivos de la asignatura se han planteado las actividades de aprendizaje presentadas en la Figura 1. Esta distribución pretende ofrecer un formato más dinámico, permitiendo que el estudiante desarrolle un rol más activo de forma que no solo se busca el aprendizaje de los contenidos propios de la asignatura, sino que también se adquiere la capacidad de búsqueda de forma crítica, así como su comunicación y discusión, habilidades especialmente importantes en bioingeniería.

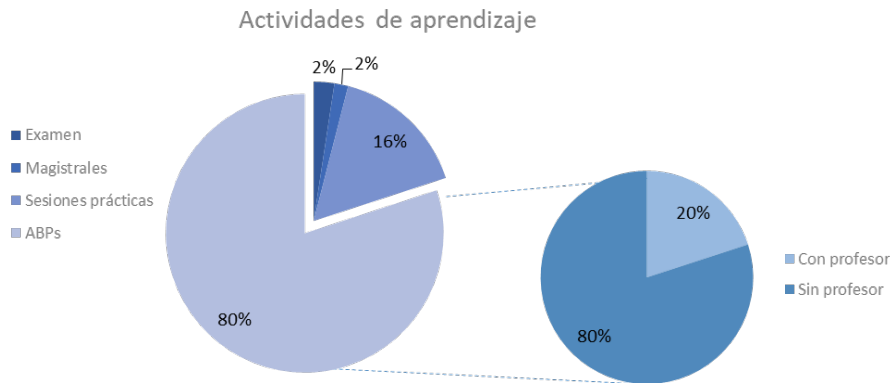


Fig. 1. Representación en porcentaje de las horas de las actividades en las que se distribuye la asignatura de Anatomía Funcional y Biomecánica (izquierda) y de las horas de la actividad de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) con y sin profesor (derecha).

A través de esta metodología se incrementa el número de horas sin profesor, quien pasa de ser el experto en el área de conocimiento que lleva el peso en la determinación de los contenidos y la evaluación, a convertirse en tutor, ofreciendo a los alumnos un papel más activo, invirtiendo tiempo en aprender tanto dentro como fuera del aula, siendo afín al Sistema de Crédito Europeo (Escribano *et al.*, 2008).

1.2. Casos prácticos

La metodología ABP se ha aplicado desde el inicio de la asignatura *Anatomía Funcional y Biomecánica* del Grado en Ingeniería Biomédica de la UdG en el curso académico 2019/20. La asignatura se ha dividido en un total de 4 casos de estudio con el fin de completar los OA (Tabla 2). En las sucesivas sesiones se adquieren los conocimientos propios de la asignatura y

habilidades como el aprendizaje autónomo y grupal. Además, los casos problemas promueven que los estudiantes alcancen un nivel alto de pensamiento crítico.

Tabla 2. Temática principal y objetivos de aprendizaje de cada uno de los 4 casos ABP, dentro de las dos áreas que cubre (Fisiología; F y Anatomía; A).

ABP	Área	Objetivos
1		Fisiología de las células y tejidos (conectivo y muscular)
	F	Describir la organización y la composición de las células eucariotas Definir el concepto de citoplasma Describir los tipos de proteínas citoplasmáticas y el citoesqueleto Detallar la función de los orgánulos celulares y del núcleo
		Principios básicos de biomecánica y su aplicabilidad a la función articular
	A	Describir las superficies articulares de la articulación de la rodilla, así como la congruencia articular y las formaciones meniscales Saber definir la cápsula sinovial de la articulación de la rodilla Detallar los medios de fijación de la articulación de la rodilla y los ligamentos laterales externos e internos y ligamentos cruzados
2		Proteínas: relación entre estructura y función
	F	Conocer la composición, estructura y función de las proteínas en los seres humanos Identificar la composición y las propiedades químicas de los aminoácidos Describir los niveles de estructuración de las proteínas
		Análisis de los sistemas de fuerzas que actúan sobre los principales movimientos del cuerpo
	A	Detallar la musculatura de la extremidad inferior que actúa sobre la rodilla Conocer la dinámica funcional de la articulación en función de las masas musculares correspondientes Diferenciar los músculos agonistas y antagonistas Describir la biomecánica de la articulación de la rodilla: movimientos y ejes, tipos de palanca y estudio de los tipos de prótesis de rodilla
3		Descripción de la transducción de señales y transporte de solutos y agua a través de las membranas biológicas
	F	Enumerar los tres compartimentos funcionales líquidos que tiene el cuerpo humano Conocer la composición química y estructura de las membranas biológicas Describir los tipos de movimientos de las moléculas a través de las membranas biológicas Enumerar y describir los sistemas de transporte transmembrana
		Descripción de los diferentes músculos que actúan sobre el movimiento corporal y el papel que juegan durante el mismo
	A	Detallar la musculatura de la pierna que tengan relación con la movilización del tobillo, señalando el origen, inserción y función Describir la articulación del tobillo: superficies articulares, tipos articulares y ligamentos (muy genéricos) Definir los movimientos de la articulación del tobillo Describir la biomecánica de la articulación del tobillo: tipos de palanca y carga que soporta
4		Fisiología celular del músculo esquelético, cardíaco y liso
	F	Definir qué es un tejido y la matriz extracelular Describir las uniones que mantienen unidas las células para formar los tejidos Identificar el papel funcional de los epitelios

	Identificar el papel funcional del tejido conectivo Describir el mecanismo de la contracción muscular desde el punto de vista fisiológico
	Análisis dinámico. Cómo una deficiencia muscular genera compensación por otras partes del sistema y explicar las posibles consecuencias sobre la patología del aparato locomotor
A	Definir la articulación de la cadera o coxofemoral. Superficies articulares, tipos articulares y movimientos según los principales ejes Sintetizar por acciones funcionales (abductores, aductores, flexores, extensores y rotadores) de la articulación de cadera Conocer la biomecánica de la articulación de la cadera. Tipo de palanca, según puntos de apoyo. Cinética articular Describir las prótesis de cadera. Tipo e indicaciones (breve resumen de los trabajos científicos publicados recientemente)

1.3. Evaluación

La evaluación es parte del aprendizaje y ésta debe de ser afín a la metodología implementada durante el curso. En la asignatura *Anatomía Funcional y Biomecánica* se ha dividido la evaluación en 3 partes que permiten potenciar lo promovido por la metodología ABP:

- **Sesiones ABP:** se evalúan habilidades de aprendizaje, comunicación, responsabilidad y relaciones interpersonales utilizando la rúbrica del Grado en Medicina (Ramió *et al.*, 2018).
- **Examen ABP:** dividido en dos partes, en una primera se proporciona al alumno 2 o 3 casos problemas y una lista de OA relacionados o no con los casos y son los estudiantes quienes deben de justificar su posible relación con el caso. En una segunda parte, el estudiante debe responder preguntas relacionadas con los OA. Entre ambas partes, los estudiantes tienen mínimo un día para preparar la segunda parte.
- **Seminarios:** pequeña presentación oral sobre un tema relacionado con el diseño y uso de tecnologías para el soporte a la salud y la mejora en la calidad de vida. Para su evaluación se tienen en cuenta aspectos de la propia presentación (introducción, conclusión, orden y estructura) como comunicativos (elementos del discurso, entonación, ritmo, claridad, concisión, vocabulario y tiempo).

RESULTADOS

Un total de 60 estudiantes han participado en la asignatura de *Anatomía Funcional y Biomecánica* desde el inicio del Grado en Ingeniería Biomédica de la UdG, divididos en 22 durante el curso 2019/20 y 38 en el curso 2020/21, con una media en la nota final de 8.9 ± 0.12 y 7.7 ± 0.13 , respectivamente. Con un 100% de aprobados en los dos cursos académicos impartidos y una nota media por encima de 7.5 sobre 10, se trata como era de esperar, de una metodología de aprendizaje con la que se obtienen mejores resultados en grupos de estudiantes más reducidos. En la Figura 2A se muestra una representación gráfica de los resultados obtenidos en los cursos 2019/20 y 2020/21.

Con el objetivo de conocer la valoración del estudiantado sobre la metodología aplicada se han recogido los resultados de las encuestas respondidas por 17 alumnos del curso 2020/21 (Figura 2B). Se ha obtenido una media global de 4.49/5, reflejando un grado de satisfacción con el diseño de la asignatura elevado por parte de los estudiantes.

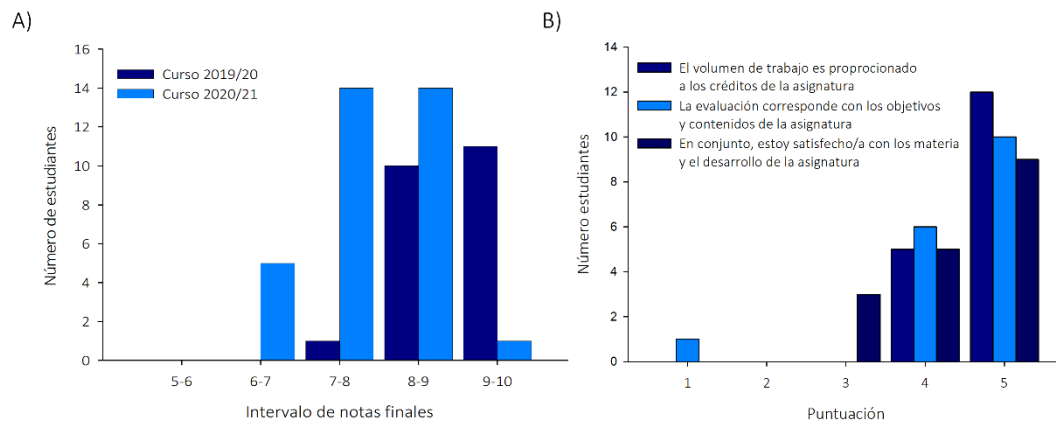


Fig. 2. A) Resultados del estudiantado en los cursos académicos 2019/20 y 2020/21. B) Valoración del estudiantado sobre la asignatura *Anatomía Funcional y Biomecánica* en el curso 2019/20.

CONCLUSIONES

Se ha implementado la metodología ABP como principal actividad de aprendizaje en la asignatura obligatoria *Anatomía Funcional y Biomecánica* del Grado en Ingeniería Biomédica de la UdG, distribuyendo los principales OA en 4 casos ABP. Los resultados obtenidos en los cursos ya realizados demuestran una buena asimilación de los contenidos de la asignatura.

La aplicación de la metodología ABP en una asignatura en un grado de ingeniería en salud ha demostrado ser efectiva. Con ello, se podría trasladar a otras asignaturas del mismo grado, llegando a dividirlo en módulos como otros grados del ámbito de la salud. De esta forma se organizaría el curso académico en unidades de aprendizaje de 5 a 7 semanas, a diferencia de la actual división clásica semestral.

La metodología ABP permite a los estudiantes adquirir, a parte de los conocimientos propios de la asignatura, habilidades útiles en un mundo de tan rápido crecimiento, como la capacidad de buscar información de forma crítica y autónoma, a la vez que su exposición a colaboradores de otras disciplinas. De esta forma conocen y saben utilizar fuentes de información clínica y biomédica que les permite obtener, organizar, interpretar y comunicar la información científica y sanitaria.

REFERENCIAS

- Arpí Miró, C., Ávila, P., Baraldés i Capdevila, M., Benito Mundet, H., Gutiérrez del Moral, M.J., Orts Alís, M., Rigall i Torrent, R., Rostán Sánchez, C. (2012). El ABP: origen, modelos y técnicas afines. Aula de innovación educativa. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/8680>.
- Ciurana, J., Garcia-Romeu, M.L., Ferrer, I., Xifro, X., Carrion, C., Puig, T. (2017). Desarrollo de casos prácticos para la innovación docente en estudios de ingeniería. 25 experiencias de innovación educativa; hacia un mundo por competencias. ISBN: 978-84-697-7653-7.
- Escribano, A., y del Valle, A. (2008). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Una propuesta metodológica en Educación Superior. Narcea.
- Neville, A, Norman, G, and White, R (2019). McMaster at 50: lessons learned from five decades of PBL. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 24, 853–863. <https://doi.org/10.1007/s10459-019-09908-2>
- Ramió, L, Castells, X, Puig, T, and San, J (2018). L'aprenentatge centrat en l'estudiant del grau de medicina de la Universitat de Girona. *Commun Pap* 7, 173. http://dx.doi.org/10.33115/udg_bib/cp.v7i14.22283

Una experiencia para introducir la competencia de Planificación y Gestión del Tiempo en un grado de ingeniería

Juan P. Peña Martín^a, Carmen García Berdonés^b, M^a del Carmen Doblas Navarro^c, Ana M^a Cáceres Cansino^d, Fernando Heredia-Sánchez^e y Davinia Trujillo Aguilera^f

^aDpto. Tecnología Electrónica – Universidad de Málaga (jppena@uma.es), ^bDpto. Tecnología Electrónica – Universidad de Málaga (berdonés@uma.es), ^cServicio de Relaciones Internacionales – Universidad de Málaga (mcdoblas@uma.es), ^dServicio de Empleabilidad y Emprendimiento- Universidad de Málaga (anacaceresc@uma.es), ^eBiblioteca, Servicios al Usuario-Universidad de Málaga (fernando@uma.es), ^fDpto. Tecnología Electrónica – Universidad de Málaga (fdtrujillo@uma.es).

Abstract

This paper presents an experience of integration and development of the Planning and Time Management competence through two consecutive subjects in engineering students. For this purpose, a simplified variant of existing techniques has been developed, which allows students to approach the subject without appreciable overloads.

Keywords: Planning, Time Management, Generic Skills, Engineering.

Resumen

En este trabajo se presenta una experiencia de integración y desarrollo de la competencia de Planificación y Gestión del Tiempo a través de dos asignaturas consecutivas en alumnos de ingeniería. Para ello se ha desarrollado una variante simplificada de técnicas ya existentes, que permita a los alumnos un acercamiento al tema sin sobrecargas apreciables.

Palabras clave: Planificación, Gestión del Tiempo, Competencias Genéricas, Ingeniería.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Aunque en la actualidad ya nadie pone en duda, al menos explícitamente, la importancia que tienen las competencias transversales o genéricas (CG) en la formación global de nuestros egresados universitarios, su inclusión de forma clara y eficaz dentro de los planes de estudio no termina de estar resuelta en la mayoría de universidades, pese a los distintos experimentos que venimos haciendo en las últimas décadas. Exceptuando algunas honrosísimas excepciones (la UPV, por ejemplo), las razones del relativamente escaso éxito son diversas.

Por un lado, nuestra formación como profesores, tradición y entorno de trabajo, nos hacen dar total prioridad a las competencias técnicas (CT), albergando aún muchas dudas sobre la relativa importancia de las CG. Por otro, la mayoría carecemos de referentes sobre cómo implementar esas CG de las que, con frecuencia, el mismo profesor carece. En general, para una CT tenemos formación suficiente y bibliografía adecuadas. Pero para una CG,

precisamente por su transversalidad respecto a las materias, resulta mucho más complejo encontrar guías que nos faciliten su integración en nuestras asignaturas sin tener que hacer cortes disruptivos en las mismas, con el consecuente detrimento de las CT. Y más difícil aún es evaluarlas, al menos para los que somos técnicos. Quepa señalar que, de los resultados de las experiencias realizadas en la última década, la ausencia de evaluación sumativa para esas competencias decreta drásticamente el interés de los alumnos por ellas, por muchas justificaciones que les demos sobre su importancia.

La experiencia que aquí presentamos, relativa a la CG “Planificación y Gestión del Tiempo”, forma parte de un proyecto más ambicioso en la Universidad de Málaga, cuyo objetivo es superar las dificultades antes mencionadas en el desarrollo de las CG. La filosofía ha sido:

- Compensar las limitaciones de formación del profesorado recurriendo a un equipo multidisciplinar de la universidad, no solo docente, que puede aportar su experiencia en algunas de las CG que trabajemos.
- Trabajar de forma coordinada con los profesores respectivos para integrar cada una de las CG seleccionadas en más de una asignatura del mismo grado (comenzamos con el grado en Ing. de Sistemas Electrónicos en la ETSI de Telecomunicación) y, en esta experiencia piloto, también en el mismo curso (3º). Consideramos importante que el alumno perciba la transversalidad de las CG.
- Retraer una hora, o excepcionalmente dos, al cuatrimestre de cada asignatura para complementos formativos relacionados con la CG que corresponda, pero llevando luego la aplicación práctica a actividades integradas en las CT de esa asignatura.
- Reservar un porcentaje de la nota de la asignatura a la evaluación sumativa de la CG (en media, el 5%).

1.1. Competencia de Planificación y Gestión del Tiempo.

El principal objetivo es hacer apreciar a los alumnos como una cierta gestión del tiempo (GDT) aumenta su rendimiento en general, tanto en la vida profesional / académica como en la privada. No se trata tanto de encontrar y aprehender la gestión del tiempo perfecta, sino una que les permita apreciar los beneficios a un coste reducido, es decir, con un esfuerzo complementario pequeño. Por ello, hemos optado por diseñar una metodología que, recogiendo la esencia de diversas propuestas de métodos para desarrollar la competencia (Allen, 2001; Babauta, 2008; Marchena, 2008; Sodexo, 2022), sea lo más simplificada posible.

METODOLOGÍA

La experiencia se ha desarrollado sobre dos asignaturas técnicas consecutivas de 3º del Grado en Ingeniería de Sistemas Electrónicos (alrededor de 35 matriculados). En la primera asignatura (la llamaremos nivel 1) se trató exclusivamente la gestión del tiempo individual. En la segunda (nivel 2) se adicionó la gestión cuando había algunos trabajos / proyecto de grupo.

2.1. Actividades de primer cuatrimestre

Las actividades que se le han pedido al alumnado son:

1. Realizar una evaluación inicial de su auto-percepción sobre el dominio de la GDT.

El cuestionario escogido ha sido el planteado en (García-Ros, 2012), con cuestiones sobre la competencia actual del alumno sobre esta CG (F1), uso de técnicas (F2), forma actual de organización de su trabajo (F3) y percepción de cómo de bien controla su tiempo (F4).

2. Plantear una tabla de metas u objetivos.

Saber hacia dónde queremos ir es absolutamente fundamental para poder planificar eficazmente nuestras acciones. Las actividades que realicemos serán tanto más eficaces cuanto mejor nos sirvan para alcanzar nuestros objetivos. Se les pidió establecer en formato de tabla cuáles eran sus objetivos a largo (más de 1 año), medio (mayor de un mes e inferior a 1 año) y corto plazo (inferior a 1 mes), tanto de su vida profesional / académica como de su vida personal. Claro está que puede haber objetivos a plazos menores que sean finalistas en sí mismos, y no parte del camino hacia los de largo plazo. Pero deberían ser la excepción si queremos tener una visión global de nuestro futuro. En la tabla 1 puede verse un ejemplo simple de tabla de metas. Vemos que, en principio, no se borra nada, sino que se va tachando y cambiando de color según se alcanza (verde) o se descarta (gris) alguna meta. No obstante, es posible y recomendable reiniciar las tablas, por ejemplo, anualmente.

Tabla 1. Ejemplo de tabla de metas.

	METAS A LARGO PLAZO	METAS A MEDIO PLAZO	METAS A CORTO PLAZO
Académicas/ laborales	AL1. Obtener el siguiente sexenio. (faltan 14 meses)	AL1.1. Publicar artículo MTWDP en revista IEEE (expectativa de envío en 3 meses)	AL1.1.1. Obtener ecuaciones para "Extreme conditions"
			AL1.1.2. Obtener ecuación para BER
			AL1.1.3. Verificar ecuación del BER
			AL1.1.4. Analizar gráficos y extraer conclusiones
	AL2. Mejora resultados en asignaturas	AL2.1. Desarrollo del proyecto piloto en 3º GSE con 3 CT, con percepción de mejora por los alumnos.	AL2.1.1. Contestar a los revisores y enviar
	METAS A LARGO PLAZO	METAS A MEDIO PLAZO	METAS A CORTO PLAZO
Personales	P1. Mantenimiento de casa	P1.1. Solucionar defectos de pintura	
		P1.2. Reparación grifería	P1.2.1. Arreglar ducha
	P2. Varios	P2.1. Rutas de senderismo	P2.1.1. Ruta por los Alcornocales (P.N.)
			P2.1.2. Ruta Cortijo Hernillo (diciembre)
		P2.2. Ocio	P2.2.1. Finde en la Alpujarra con los amigos.
			P2.2.2. Lecturas pendientes
			P2.2.3. Cine / teatro pendientes
	P2.3. Otros		P2.3. Regales de Navidad

3. Llevar un autorregistro de actividades individualmente durante 1 semana, como la mejor manera para tomar consciencia de cómo invertimos nuestro tiempo. Se les pidió un autorregistro de tipos de actividades realizadas, hora a hora, durante una semana, que debían ir rellenando a diario. Los tipos eran:

- a) Necesidades básicas (dormir, comer, higiene personal...)
- b) Vida personal (tiempo para ti, descanso y relajación, hobbies...)
- c) Ocio y vida social (reuniones, amistades, tiempo en familia o en pareja...)
- d) Trabajo (incluye aquí trabajo remunerado y tareas domésticas).
- e) Estudio / clases.

Se les dio una tabla Excel que hace gráficos de forma automática y permite comparar los datos registrados con los que ellos declaraban como deseables.

4. Asistir a un taller de gestión del tiempo impartido por personal externo (técnicos del Vicerrectorado de Innovación Social y Emprendimiento). Tras unas 5 semanas desde el comienzo de la asignatura y con el bagaje de las actividades anteriores, se realizó ya un taller de poco más de 1 hora sobre GDT. Básicamente se trataron técnicas de priorización de actividades (método Eisenhower) y el concepto de ladrones de tiempo.
5. Realizar un análisis de puntos fuertes y débiles. Tomando como base los resultados de las actividades anteriores, se pide este tipo de análisis como último escalón del autoconocimiento necesario para empezar, en las siguientes actividades, a planificarse el tiempo propiamente.

Tabla 2. Ejemplo de uso de una lista maestra.

LISTA MAESTRA GENERAL				
TAREA	SUBTAREA (solo si se requiere descomponer por su tamaño)	OBJETIVO O META ASOCIADA (Aunque no es obligado, tratad que las tareas tengan asociado un objetivo o meta de vuestra lista)	PRIORIDAD	COMENTARIOS (campo libre)
Arreglar seguro todo riesgo			Importante	
Mirar botas montaña		P2.1	Sin prioridad	Las actuales siguen estando bien. Puedo esperar
Revisar entrega GDT		AL4	Importante	Para vuelta de Sem Santa
Prepara CV de IPN		AL5	Importante y urgente	

6. Llevar una lista maestra de actividades y una agenda. En este momento se les pide ya una gestión del tiempo simplificada e individual, de la que el profesorado les pedirá “fotos fijas” en diversos instantes para supervisar la evolución. Se les ofrece un libro Excel con sendas hojas para gestionar tanto la tabla de objetivos ya mencionada como la lista maestra de tareas. Como se puede ver en el ejemplo de la tabla 2, en principio, en esta tabla no se borra nada, sino que se va tachando y cambiando de color según se realiza (verde) o se descarta (gris) alguna actividad (como en la tabla de metas). Se puede poner en verde sin tachar lo que se ha pasado ya a la agenda, pero no se ha terminado. Como agenda, nos vale cualquiera que tengan a su alcance (papel, la del móvil, la de MS-Outlook, Google Calendar, etc.) A diario (a primera o última hora) se debe revisar tanto la agenda como la lista maestra, pero en cualquier momento y lugar

deberíamos poder añadir tareas en la lista, por lo que se recomienda que esté en la nube accesible desde el móvil. Hubo algunos otros consejos adicionales de menor rango que obviarnos aquí por limitaciones de espacio.

7. Autoevaluación final. Repetimos el cuestionario de la actividad 1 para ver la evolución de su autopercepción.

2.2. Actividades de segundo cuatrimestre

En el segundo se les ha pedido continuar con lo aprendido en el primero, pero se ha añadido una cierta gestión (también muy simplificada) para trabajo en grupo. En la correspondiente asignatura ya existía un trabajo en grupos, de 3 o 4 personas, con una carga para el alumnado de 1,5 ECTS (unas 37 horas de trabajo). Se requiere una cierta planificación y gestión del trabajo grupal, que cada miembro del equipo debe integrar en su planificación individual antes explicada. La técnica que hemos considerado como más sencilla y útil para el alumnado se inspira en SCRUM (Sutherland, 2015), usando la versión gratuita de la herramienta TRELLO ©. El profesorado puede hacer el seguimiento de la actividad ya que participa como invitado a la tabla Trello de cada grupo de estudiantes.

2.3 Evaluación del alumnado

La puntuación total asignada a la actividad ha sido 0,5 puntos. La evaluación ha tenido solo 3 valores en cada cuatrimestre: 0 si el alumno no realiza las entregas requeridas; 50% si hace las entregas, pero se ve que no ha intentado seguir la metodología seriamente; o 100% si se aprecia un verdadero intento de seguirla, con independencia de la perfección conseguida.

RESULTADOS

Respecto al primer cuatrimestre, los resultados del cuestionario administrado al principio (Pre) y al final (Pos) de la experiencia (Tabla 3) muestran, por un lado, un grado inicial relativamente alto de optimismo en cuanto a creer que hacen una buena gestión del tiempo, con una dispersión baja entre las opiniones del alumnado. Concluida la experiencia, vemos que apenas ha cambiado su percepción excepto en el uso de técnicas específicas (F2).

En la retroalimentación verbal obtenida de los alumnos, se encuentran los dos extremos, desde convencidos a los que les ha encantado la metodología y se han convertido en usuarios adeptos a la agenda, hasta los que siguen pensando que todo es una pérdida de tiempo.

Tabla 3. Resultado de la administración del cuestionario previo al inicio de la experiencia (sobre 5)

FACTOR	PRE				POS			
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4
MEDIA	3,4	3,0	2,4	2,9	3,5	3,3	2,3	2,9
DESVIACIÓN TÍPICA	0,6	0,8	0,5	0,5	0,7	0,9	0,5	0,5

Respecto al segundo cuatrimestre, en el momento de escribir este artículo no se ha concluido aún la experiencia por lo que no podemos presentar resultados visibles. Sin embargo, el seguimiento del alumnado que se ha llevado a cabo permite apreciar una maduración en el uso que hacen los alumnos de esta técnica.

CONCLUSIONES

Aunque los resultados no son todo lo buenos que se deseaba, entendemos que la experiencia se ha desarrollado en un tiempo muy breve, un solo cuatrimestre, para esperar mejoras sustanciales. En este sentido, se debe resaltar que la colaboración y coordinación, necesaria para llevar a cabo la experiencia, entre el personal docente y no docente ha sido muy fructífera, lo que nos anima a repetirla en siguientes años, pero repartiendo las actividades propuestas actualmente para un solo curso (tercero) en, al menos, dos (tercero y cuarto). Confiamos en que la continuidad en la actividad a través del segundo cuatrimestre y, en el futuro, en más asignaturas aumente sustancialmente tanto las habilidades del alumnado como el grupo de los convencidos del interés de este tipo de formación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo de la E.T.S.I. de Telecomunicación y el Vicerrectorado de Innovación Social y Emprendimiento, de la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS

- Allen, David (2001). *Getting things done: the art of stress-free productivity*. Ed: Penguin.
- Babauta, Leo (2008). *Zen To Done: The Ultimate Simple Productivity System*. Disponible en: <https://archive.org/details/ZenToDoneTheUltimateSimpleProductivitySystemByLeoBabauta/mode/2up> Último acceso 2022-03-23
- García-Ros, R., & Pérez-González, F. (2012). *Spanish version of the time management behavior questionnaire for university students*. The Spanish Journal of Psychology, 15(3), 1485-1494.
- Luceño Moreno, M. L.; Fernández Arconada, L. y Martín García, J. y García Maroto, M. (2021). *COT-Estudiantes: Cuestionario para la organización del tiempo en estudiantes y creación de un método para la organización del tiempo*. Departamento de Psicología social, del trabajo y diferencial. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/65875/> Último acceso 2022-03-23
- Marchena. E.; Hervías. F; Galo. F., y Rapp. C. (2008). *Organiza tu tiempo de forma eficaz*. Servicio de Atención Psicológica y Pedagógica. Departamento de Psicología. Universidad de Cádiz. Disponible en <https://sap.uca.es/wp-content/uploads/2017/03/Gu%C3%ADa-de-organizaci%C3%B3n-del-tiempo.pdf?u> Último acceso 2022-03-23
- Sodexo (2022). *Los principales métodos de gestión del tiempo*. Disponible en: <https://www.sodexo.es/blog/los-principales-metodos-de-gestion-del-tiempo/> <https://eprints.ucm.es/id/eprint/65875/> Último acceso 2022-03-23
- Sutherland, Jeff (2015). *Scrum: El nuevo y revolucionario modelo organizativo que cambiará tu vida*. Ed: Planeta.

Programa de Mentoría universitario: buscando educación de calidad

Ana Isabel Tarrero Fernández^a, Marisa Fernando Velázquez^b y Esperanza Alarcia Estévez^c

^aUniversidad de Valladolid, anatarrero@eii.uva.es, ^bUniversidad de Valladolid, marialuisa.fernando@uva.es y ^cUniversidad de Valladolid, esperanza.alarcia@uva.es.

Abstract

A group of professors from the School of Industrial Engineering designed the Mentor Tutorial Care Program in the 15-16 academic year and it has been implemented since the 16-17 academic year. This paper explains how it has been consolidated in the School. For this, answers are given to questions that have been raised throughout the different editions until the current course. This consolidation contributes to increasing the quality of the service and developing the potential of all its members.

Keywords: mentoring, guidance, social responsibility, service-learning.

Resumen

Un grupo de profesores de la Escuela de Ingenierías Industriales diseñaron en el curso 15-16 el Programa de Atención Tutorial Mentor y está implantado desde el curso 16-17. En este trabajo se explica cómo se ha logrado consolidar en la Escuela. Para ello se da respuesta a diferentes cuestiones que se han planteado a lo largo de las diferentes ediciones hasta el curso actual. Esta consolidación contribuye a incrementar la calidad del servicio y a desarrollar el potencial de todos sus miembros.

Palabras clave: mentoría, orientación, responsabilidad social, aprendizaje-servicio.

1. INTRODUCCIÓN

Un grupo de profesores de la Escuela de Ingenierías Industriales (Eii) de la Universidad de Valladolid (UVa) diseñaron en el curso 15-16 el Programa de Atención Tutorial Mentor (PAT_Mentor) de la Eii e hicieron posible su implantación en el curso 16-17. Ha tenido continuidad hasta la actualidad, cada curso bajo el paraguas de los Proyectos de Innovación Docente (PID) convocados por la UVa. Para los estudiantes de nuevo ingreso en la Universidad este tipo de Programa es muy importante ya que para ellos comenzar sus estudios universitarios supone enfrentarse a un nuevo entorno educativo, con una serie de dificultades que pueden reducirse creando sistemas de apoyo y orientación.

La fórmula en la que se basa el PAT_Mentor es “formación + acompañamiento” y da respuesta a las siguientes necesidades (Alarcia, 2017):

- Ayudar a los alumnos nuevos que se incorporan a la universidad, “Tutelados”, a través del apoyo y asesoramiento en base a experiencias previas y conocimiento de la organización

(tanto de la universidad como del propio centro) de los estudiantes de cursos superiores, "Mentores".

- Facilitar el desarrollo competencial de los alumnos Mentores que participan en el proyecto, gracias a:
 - ✓ La formación recibida en temas de liderazgo, motivación, comunicación y trabajo en equipo.
 - ✓ La puesta en práctica de la formación recibida en la labor de apoyo y de mentoría a los alumnos tutelados asignados, en la preparación y desarrollo de las reuniones con los tutelados, en la elaboración y la exposición pública que realizan de su experiencia como Mentores en el Acto de Clausura, etc.
 - ✓ El apoyo a lo largo del Proyecto de los profesores Tutores que participan en el Proyecto y que han sido designados a cada uno de los Mentores.
- Enriquecer la cartera de servicios que se prestan desde la Escuela, a través de la mejora en la acogida e integración de los alumnos de nuevo ingreso.

Además, durante tres cursos, y dentro de los objetivos de cada PID, se ha trabajado con la Red Iberoamericana de Mentoría (RIME) para la elaboración de un sello de calidad que reconozca oficialmente la función de orientación en la Universidad.

Después de participar durante seis cursos en la convocatoria de los PID de la UVa, en el curso 21-22 también se ha solicitado ser Grupo de Innovación Docente (GID) de la UVa en su primera convocatoria porque se considera imprescindible que el Programa tenga continuidad en el tiempo y se implemente cada curso, ya que varían tanto los estudiantes de nuevo ingreso (Tutelados) como los veteranos (Mentores). Se ha conseguido y se ha constituido el *Grupo de Innovación Docente de la Universidad de Valladolid Mentor Escuela de Ingenierías Industriales* (MEIITOR). De esta manera, se pretende consolidar el PAT_Mentor y al Grupo de profesores que participan en él. La consolidación de este Programa en la Eii es muy importante porque contribuirá a incrementar la calidad de su servicio y a desarrollar el potencial de todos sus miembros: alumnos, profesores y PAS.

2. OBJETIVOS

Son dos los objetivos generales planteados al constituirse el GID_MEIITOR para estabilizar el PAT_Mentor en la Eii:

Objetivo 1: Consolidar la trayectoria del PAT_Mentor de la Eii que se ha implementado seis ediciones consecutivas, manteniendo el doble enfoque "acompañamiento + formación".

Esto conlleva los siguientes objetivos específicos:

- a. Facilitar la incorporación a la vida universitaria a los estudiantes de nuevo ingreso de las nueve titulaciones de Grado y del Semestre Internacional que se imparten en la Eii.
- b. Mejorar y ampliar el desarrollo en competencias transversales de los estudiantes de cursos superiores.
- c. Analizar cada edición del programa adaptándolo en la medida de lo posible a nuevas situaciones para mejorar así su calidad y seguir afianzándolo (Alarcia, 2019) (Tarrero, 2021).

Objetivo 2: Participar en la elaboración de un Sello de Calidad que acredite el nivel de desempeño competencial y sirva de reconocimiento internacional de la función orientadora. Como objetivo específico se incluye mantener la colaboración con la Red Iberoamericana de Mentoría (RIME) cada curso.

Estos objetivos generales participan de la Educación de Calidad, cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS), garantizando una educación inclusiva y equitativa de calidad y promoviendo oportunidades de aprendizaje permanente para todos (Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible [UN], 2022).

3. METODOLOGÍA

Para llegar a la consolidación del PAT_Mentor en la Eii se ha recorrido un largo camino dando respuesta a varias preguntas.

3.1 ¿Por qué un Programa de Atención Tutorial en la Eii?.

- Por la dificultad inicial de los estudiantes para adaptarse al entorno universitario.
- Porque la Universidad tiene el compromiso de crear sistemas de apoyo y orientación para mejorar el éxito de los estudiantes de nuevo ingreso y reducir el abandono.
- Porque la Eii de la UVa presenta problemas peculiares para los nuevos estudiantes, como son por ejemplo el elevado número de titulaciones, horarios complejos o ser un centro con varios edificios.

3.2 ¿Desde cuándo y cómo empieza el PAT_Mentor de la Eii?.

En el curso 2015-2016, un grupo de profesores de la Eii participaron en la convocatoria de los PID de la UVa con el proyecto titulado “Proyecto de Atención Tutorial MENTOR para la Escuela de Ingenierías Industriales” para realizar el diseño del PAT_Mentor.

El Programa se implementó por primera vez en el curso 2016-2017. En los cursos sucesivos y hasta el actual, se ha seguido implementando, mejorando su diseño de un curso a otro y afianzándolo en la Eii. Todos los cursos, el PAT_Mentor ha estado encuadrado y valorado como *Excelente* dentro de cada convocatoria de los PID de la UVa.

El PAT_Mentor de la Eii se basa en la fórmula: “*formación*” + “*acompañamiento*”:

- El *acompañamiento* se lleva a cabo con Tutorías entre IGUALES: un estudiante de cursos superiores, “Mentor”, supervisado por un profesor “Tutor”, orienta y asesora al estudiante de nuevo ingreso, “Tutelado”, para ayudarle en su incorporación a la universidad (Fig. 1). Esta tarea se lleva a cabo mediante reuniones de los Mentores con sus Tutelados en las que se asesora sobre temas importantes al llegar a la universidad como son: Correo electrónico oficial, Campus Virtual, Representación estudiantil, Reconocimiento de créditos, ...

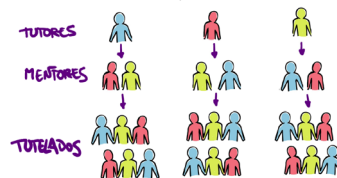


Fig. 1. Esquema del acompañamiento del PAT_Mentor

- La *formación* mejora el desarrollo competencial de los estudiantes “Mentores” (Fig. 2). Todos los estudiantes Mentores reciben dos cursos de formación antes de comenzar con el Programa. Uno titulado “*Competencias Transversales del Mentor: Liderazgo, Comunicación y Trabajo en Equipo*” que consta de una parte teórica, y otra práctica en la que se realizan procedimientos de trabajo en grupo con simulaciones, debates, etc. con presentación de resultados in situ. El otro “*Funcionamiento General de la UVa y de la Eii*” dota a los estudiantes

Mentores de los conocimientos necesarios sobre el funcionamiento y estructura de la UVa y la Eii para realizar la labor de mentoría de forma satisfactoria.



Fig. 2. Curso de Formación del PAT_Mentor

3.3 ¿Qué aporta la tutoría entre iguales?

Entre los diferentes tipos, la tutoría entre iguales añade algunas ventajas al acompañamiento de los estudiantes de nuevo ingreso. Además, permite a estudiantes de cursos superiores, Mentores, desarrollar competencias transversales que les serán muy útiles cuando se incorporen al mundo laboral. También, el profesor Tutor interacciona con los Mentores en una relación más estrecha, así como con otros profesores que normalmente no son de su entorno más cercano, creando lazos de unión y fomentando la colaboración interdisciplinar. La Universidad se beneficia de los resultados positivos que ofrece el Programa de Mentoría porque ayuda a disminuir la tasa de abandono, hace crecer el sentimiento de comunidad universitaria y aumenta el rendimiento académico.

3.4 ¿Qué caracteriza al PAT_Mentor de la Eii?

Objetivos y metodología de trabajo caracterizan al PAT_Mentor por ser una constante en cada edición.

A) Entre sus objetivos, se mantienen:

- Ayudar a los estudiantes de nuevo ingreso en la Eii, que de forma voluntaria quieran participar, a través del apoyo y asesoramiento en base a experiencias previas y conocimiento de los estudiantes mentores.
- Facilitar el desarrollo de competencias transversales de los estudiantes Mentores que participen en el proyecto gracias a la formación que reciben en liderazgo, motivación, comunicación y trabajo en equipo, y a su puesta en práctica durante el Programa.
- Enriquecer la cartera de servicios que se prestan en la Eii de la UVa, a través de la mejora en la acogida e integración de los nuevos estudiantes que, además, están valorados muy bien en los procesos de acreditación de las titulaciones y del centro.

B) La metodología de trabajo seguida está estructurada en fases:

- Difusión del Programa.
- Establecimiento del proceso y plazo de solicitud para ser Mentores.
- Selección y formación de Mentores.
- Reuniones Tutor-Mentores y Mentores-Tutelados.
- Evaluación del proceso: encuestas y DAFO.
- Propuesta de mejoras en el diseño para la siguiente edición.

3.5 ¿Qué se necesita para organizar un programa estable de tutoría entre iguales?

A) Recursos humanos:

- Profesores y PAS: Aunque un Programa de Mentoría es un programa con y para estudiantes, es fundamental el papel del profesorado porque atiende a diferentes tareas: Tutelar a los Mentores (profesor Tutor), organizar la agenda de las reuniones entre Mentores y Tutelados, elaborar los documentos necesarios, elaborar un procedimiento para evaluar y mejorar el Programa, elaborar y organizar la difusión del Programa, diseñar una imagen (logo, color, ...) que identifique al Programa, organizar la inscripción, selección y formación de los Mentores. Por eso, conviene que sea un grupo multidisciplinar, personas con distintas habilidades para poder realizar las diferentes tareas del equipo.
- Estudiantes de cursos superiores (Mentores): Son una pieza clave del Programa porque son el nexo del profesor Tutor con los Tutelados. Son estudiantes de cursos superiores que voluntariamente quieren participar en el Programa. Tienen obligaciones/tareas como son: realizar unos cursos de formación, participar en el Acto de Bienvenida de la Eii, reunirse con su Tutor, reunirse con sus Tutelados, realizar las encuestas necesarias, ... También tienen beneficios: reciben formación, certificados, créditos ECTS ...
- Estudiantes de nuevo ingreso (Tutelados): Todos los estudiantes de nuevo ingreso deben tener asignado un Mentor, aunque tienen libertad para participar o no en el Programa.
- Coordinador del Programa: organiza y dirige el proceso en sí y es parte del equipo de profesores, debe contar con el apoyo del resto del equipo.

B) Recursos económicos:

Para difusión, formación, material, ... Para esto, es deseable trabajar bajo un paraguas (Universidad, Centro, PID, ...) porque da seguridad, el compromiso de todas las personas participantes es más claro y las necesidades económicas están cubiertas.

3.6 ¿Se puede añadir alguna actividad/conocimiento al PAT_Mentor?

Se puede y se debe. Cada curso en el que se ha implementado una edición del PAT_Mentor en la Eii, dentro del PID correspondiente, se ha encontrado una manera de ampliar el trabajo del PID para mejorar el PAT_Mentor: organizar un congreso de mentoría (PAT_Mentor, 2018), virtualizar parte del programa, participar con RIME (Red Iberoamericana de Mentoría, 2022), ... La participación con RIME se lleva a cabo desde la edición del curso 19-20, formando parte del grupo que está trabajando sobre cómo ha de evaluarse el desempeño competencial de todos los implicados en un programa de mentoría, con el objetivo de acreditar cada nivel mediante un Sello de Calidad que lo reconozca internacionalmente.

RESULTADOS

Tras un análisis de las seis ediciones del Programa los resultados más destacados son:

- La participación media de los estudiantes Tutelados está entorno al 27%, por tanto, hay que buscar la forma de motivarles para fomentar su participación en el Programa y aprovecharse de los beneficios que reporta.
- La media del número de estudiantes Mentores en estas seis ediciones ha sido de 34, que es un número suficiente para llevar a cabo el Programa.
- A través de encuestas de satisfacción se ha corroborado la buena acogida del Programa y todos los agentes implicados (estudiantes Tutelados, estudiantes Mentores y profesores Tutores) lo han valorado muy bien, pasando de un valor medio de 7.7 en la primera edición a un 8.9 en la última (Tutelados 8.8, Mentores 8.6 y Tutores 9.2).

- Formar parte de RIME ha permitido que tres integrantes del PAT_Mentor hayan participado como evaluadores (tras realizar un curso de formación) del rol de Coordinador de Programas de Mentoría, en la primera convocatoria oficial del Sello de Calidad de RIME para acreditar la citada figura (Red Iberoamericana de Mentoría, Convocatoria de Certificación, [RIME], 2022).
- En la convocatoria indicada en el resultado anterior obtuvieron la acreditación para el rol de Coordinador de Programas de Mentoría el 64,71 % de las solicitudes presentadas, entre ellas las de las dos coordinadoras del PAT_Mentor de la Eii. Este resultado hace que la UVa cuente con personas acreditadas en esta figura, junto con otras Universidades españolas como la de Cádiz, Extremadura, Oviedo, Complutense de Madrid y Politécnica de Madrid ([RIME], 2022).

CONCLUSIONES

El PAT_Mentor de la Eii ha ido mejorando a lo largo de sus seis ediciones bajo el paraguas de un PID en cada curso. El trabajo realizado por los miembros del PID se ha estabilizado, dando lugar al GID_MEIITOR; con esta nueva estructura, se mantendrá el PAT_Mentor de la Eii reduciendo la burocracia que suponía el PID y dedicando todos los esfuerzos a mejorar el Programa en los aspectos que se consideren necesarios. Entre estos aspectos necesarios está el aumento del número de estudiantes veteranos de la Eii que desarrollen las competencias transversales necesarias para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento, participando así del 4º ODS ([UN], 2022), y aumentar la motivación de los estudiantes de nuevo ingreso para que se impliquen más con el Programa y se aprovechen de todos sus beneficios. Otro aspecto necesario es seguir trabajando para definir los estándares de calidad de otros roles en los procesos de orientación (como ya se ha hecho con el de coordinador) y sentar las bases del futuro Sello de Calidad de dichos roles para ponerlo en marcha.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de la Eii por su apoyo para poder implantar este Programa y consolidarlo. Y a todos los estudiantes Mentores y miembros del PID que han contribuido a esta consolidación y crear un buen grupo de trabajo.

REFERENCIAS

- Alarcia, E., Sánchez, I., Pérez, C., Fernando, M., Portillo, A.M., Tarrero, A.I. y Cuello, L. (2017). XXV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, *Implantación del "Programa MENTOR" en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid*. 25CUIEET.
- Alarcia, E., Fernando, M., Lafuente, V., Portillo, A.M. y Tejero, A.I. (2019). XXVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, *Mejorando nuestro Programa de Atención Tutorial MENTOR* (pp. 919-930).
- Tarrero, A.I., Lafuente, V.A., Cuello L., Fernando, M. (2021). EDULEARN21. *Physical distancing, social approach. Adaptation of a mentoring program in times of pandemic* (pp. 2770-2778).
- PAT_Mentor. (2018). *Actas del CoMUE*. Ed. Valladolid. 199 pp
- Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. (13 de abril de 2022). *4 Educación de Calidad*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Red Iberoamericana de Mentoría. (13 de abril de 2022). <https://www.mentoraiberoamerica.org/>
- Red Iberoamericana de Mentoría. *Convocatoria de Certificación*. (13 de abril de 2022). <https://www.mentoraiberoamerica.org/convocatoria-de-certificacion/>

Análisis de la formación en ODS en la titulación de Máster Universitario en Ingeniería Industrial de la ETSII de la Universitat Politècnica de València

Gabriela Bracho^a, Xavier Blasco^b, Juan Dols^c, Julien Maheut^d, Modesto Pérez-Sánchez^e, Amparo Ribes-Greus^f, Francisco Rubio^g, José F. Villanueva^h, María Sanchoⁱ y Ángel Ortiz^j

Universitat Politècnica de València (España, ^agbracho@mot.upv.es, ^bxblasco@isa.upv.es, ^cjdols@mcm.upv.es, ^djuma2@upv.es, ^emopesan1@upv.es, ^faribes@ter.upv.es, ^gfrubio@mcm.upv.es, ^hjovilo0@upvnet.upv.es, ⁱmsanchof@iqn.upv.es, ^jdirector@etsii.upv.es).

Abstract

To achieve the Sustainable Development Goals (SDG) of the UN 2030 Agenda, universities play a key role as transforming agents of society. In this context, this work contributes to the achievement of SDGs in the teaching field. A diagnosis of the status of the SDGs implementation in the learning objects of the subjects has been carried out, through the review of the Teaching Guides of the subjects. This paper presents the results of this review in the master's in industrial engineering.

Keywords: SDG, university, educational innovation, industrial engineering.

Resumen

Para conseguir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU, las universidades juegan un papel primordial como agentes transformadores de la sociedad. Consciente de ello, este trabajo contribuye a lograr los ODS en el ámbito docente. Se ha realizado el diagnóstico de la formación actual y el potencial de trabajo de ODS en la docencia impartida, mediante la revisión de las Guías Docentes de asignaturas en la titulación del Máster Universitario en Ingeniería Industrial.

Palabras clave: ODS, universidad, innovación educativa, ingeniería industrial.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Bajo el paraguas de las Naciones Unidas, en 2015 se adoptó el documento "Transformando nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible" [UN 2015], posiblemente uno de los acuerdos globales más importantes y ambiciosos alcanzados hasta el momento. Con este acuerdo (Accelerating Education for the SDGs in Universities: A guide for universities, colleges, and tertiary and higher education institutions, 2020) se marcaron los conocidos 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Dentro de esta Agenda, las universidades tienen una misión importante. En primer lugar, deben incorporar los ODS en su docencia, investigación, transferencia y gestión. En segundo lugar, las universidades deben ejercer simultáneamente su papel como agentes transformadores de la sociedad. En España, varias universidades nacionales han avanzado de manera significativa en la mejora y adaptación de su itinerario

curricular, como es el caso de la Universidad Politécnica de Madrid [UPM 2019, UPM 2020], la Universidad Politécnica del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea [UPV-EHU 2022] y la Universitat de València [UV 2019]. La Universitat Politècnica de València (UPV) también apuesta por la mejora y adaptación de su itinerario curricular. Así, el Plan Estratégico de la UPV 2015-2020 [UPV 2014] incluye una primera declaración de intenciones en su compromiso con la sostenibilidad, aunque sin aludir explícitamente a los ODS.

Conscientes de la importancia de contribuir a la consecución de los objetivos propuestos por la Agenda 2030 desde las diferentes titulaciones de la UPV, son diversas las Escuelas y Facultades que han iniciado algunas acciones, de forma independiente. En el caso de la ETSII, el compromiso con los ODS se refleja en su Plan Estratégico 2021-2025 [UPV 2020b], en el que la Sostenibilidad, la Innovación y la Formación se identifican como Retos. Dentro de este contexto, se sitúa el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa institucional (“Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII”, PIME/21-22/281), cuyo objetivo es integrar los ODS en los planes de estudio del mayor número posible de titulaciones de la ETSII (Grado y Máster) con el fin de mejorar el compromiso con la sostenibilidad de los profesionales de la ingeniería. Para lograr este objetivo, el primer paso es analizar el contexto actual de incorporación de los ODS en las titulaciones de la ETSII.

El objetivo del trabajo aquí presentado se enmarca en esta fase inicial del proyecto, contribuyendo al diagnóstico de la situación actual para, a partir de este punto de partida, poder diseñar una ruta metodológica para incorporar los ODS en los planes de estudio.

METODOLOGÍA

La implementación de los ODS en el desarrollo curricular de una titulación requiere que se diseñen nuevas actividades que tal vez produzcan cambios significativos en el modo de organizar la enseñanza y el aprendizaje. Este proceso se debe ejecutar de forma rigurosa, por lo que, según la recomendación de la guía [SDSN 2020], se recomienda seguir los siguientes 5 pasos: (1) Mapear lo que ya se está haciendo. (2) Desarrollar la capacidad y un sentido de pertenencia de la Educación en ODS. (3) Identificar prioridades, oportunidades y brechas. (4) Integrar, implementar e incorporar los ODS. (5) Monitorear, evaluar y comunicar.

En este trabajo, se han abordado los primeros pasos en asignaturas del Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Esta titulación habilita para la profesión regulada de Ingeniero Industrial y, por tanto, debe cumplir las directrices de la Orden CIN311/2009 (BOE núm. 42, de 18 de febrero de 2009). El plan de estudios desarrollado asegura la consecución de las competencias establecidas en la Orden ministerial mediante las materias definidas en los módulos de Troncalidad y el Trabajo fin de máster (TFM). Independientemente del tipo de acceso, todos los alumnos deben cursar las mismas asignaturas de Troncalidad y realizar un TFM.

En el curso 2021-2022, la oferta de asignaturas activas es de 160 de las cuales 12 conforman la troncalidad más el TFM. El número de alumnos matriculados en las asignaturas de la troncalidad supera los 300 por asignatura (335 alumnos de media). El promedio de matriculados en el resto de las asignaturas es 21 alumnos. En esta primera fase del análisis de los ODS a través de la revisión de las Guías Docentes (GD), se ha optado por analizar las asignaturas de la troncalidad puesto que son las que afectan a todos los alumnos.

La revisión de GD de la titulación se ha llevado a cabo desde dos puntos de vista. Por un lado, se ha recogido la información relativa a la situación actual reflejada en la Guía. Para ello se ha valorado cada asignatura con la siguiente codificación: (0) No se trabaja; (1) se trabaja, pero no se explicita en la GD; (2) Se trabaja y está explícita la vinculación con el ODS. Así mismo, se ha identificado el potencial de trabajo en ODS que tiene la asignatura, de cara a planificar actividades en próximos cursos con la siguiente codificación: (0) No vinculado; (1) Existen contenidos parcialmente vinculados; (2) Existen contenidos totalmente vinculados.

RESULTADOS

Siguiendo la metodología propuesta, en primer lugar, se ha realizado un diagnóstico para valorar la situación actual de la que se parte.

1.1. Diagnóstico de ODS

Tras revisar las Guías Docentes se ha diagnosticado que diversos ODS se trabajan actualmente en las asignaturas, aunque ninguno de ellos se menciona explícitamente en la descripción de estas. En la Fig. 1 se muestra un resumen del número de asignaturas en las que se trabaja cada ODS, y que tienen la codificación (1) indicada en el apartado de metodología. Se observa que el ODS que se trabaja en todas las asignaturas es el ‘ODS4-Educación de Calidad’. Asimismo, ‘ODS9 -Industria, Innovación e Infraestructura’ es el siguiente más trabajado, presente en seis de las asignaturas analizadas, en coherencia con la naturaleza técnica e industrial del Máster. Siguiendo el orden, los ‘ODS8.-Trabajo Decente y Crecimiento Económico’ y el ‘ODS12.- Producción y Consumo Responsable’ se trabajan en cuatro asignaturas, el ‘ODS7.-Energía asequible y No contaminante’ en tres, y por último los ‘ODS3.-Salud y Bienestar’ y ‘ODS6.-Agua y Saneamiento’ tienen alguna actividad vinculada en una asignatura.

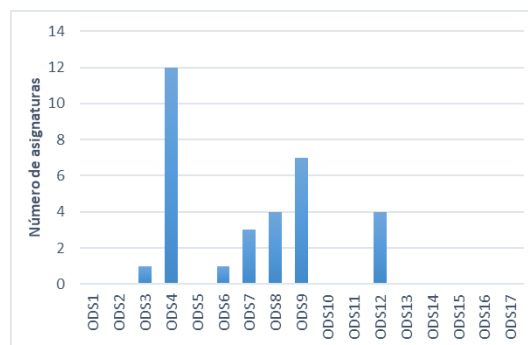


Fig. 1. Número de asignaturas que trabajan cada ODS

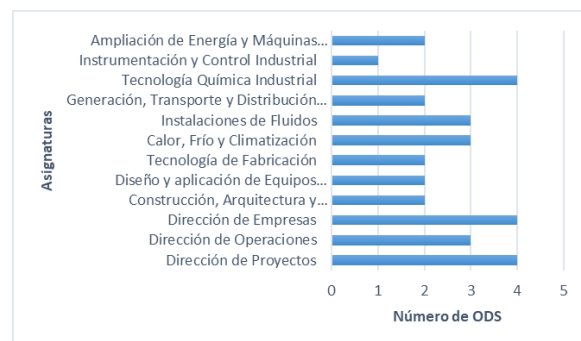


Fig. 2. Número de ODS que trabaja cada asignatura

La Fig. 2 muestra el resultado de analizar el número de ODS que trabaja cada una de las asignaturas troncales de la titulación. En las asignaturas de la Materia *Gestión*, Dirección de Proyectos, Dirección de Empresas y Dirección de Operaciones, los alumnos realizan actividades vinculadas con cuatro ODS. Los contenidos que se desarrollan están relacionados con las metas: ‘8.4- Mejora de la producción y consumo eficiente y respetuoso’, ‘9.B Desarrollo de la tecnología, investigación e innovación’ y ‘12.6 Adopción de prácticas sostenibles en empresas’, entre otras.

Respecto a las asignaturas de la Materia *Construcciones Industriales e Ingeniería Mecánica*, los alumnos reciben formación vinculada a una media de dos ODS. En Construcción, Arquitectura y Urbanismo Industrial y en Diseño y Aplicación de Equipos Industriales las unidades didácticas trabajan metas ‘9.1-Desarrollo de Infraestructura sostenible’ y ‘9.4- Modernización de la infraestructura y tecnología limpia’. Por otro lado, en Tecnología de Fabricación los contenidos permiten trabajar la meta 8.4 mencionada previamente.

Tabla 1. Resultado del diagnóstico (verde) de la situación actual de trabajo y del potencial de trabajo (azul) de las ODS en la Guía Docente

Troncalidad MUII	Materia	Gestión			Construcciones Industriales e Ingeniería Mecánica			Instalaciones Industriales			Ampliación de Tecnologías Industriales		
		1B	1A	1A	1B	1B	1B	1A	1A	1B	1A	1A	1B
Curso / Semestre		1B	1A	1A	1B	1B	1B	1A	1A	1B	1A	1A	1B
ECTS		4.5	4.5	6	5.25	7.5	4.5	5.25	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Nombre Asignatura		33803 - Dirección de Proyectos	33804 - Dirección de Operaciones	33805 - Dirección de Empresas	33806 - Construcción, Arquitectura y Urbanismo Industrial	33807 - Diseño y Aplicación de Equipos Industriales	33808 - Tecnología de Fabricación	33809 - Calor, Frío y Climatización	33810 - Instalaciones de Fluidos	33811 - Generación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica	33812 - Tecnología Química Industrial	33813 - Instrumentación y Control Industrial	33814 - Ampliación de Energía y Máquinas Térmicas
Fin de la pobreza	ODS1												
Hambre cero	ODS2												
Salud y Bienestar	ODS3												
Educación de Calidad	ODS4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Igualdad Género	ODS5												
Agua limpia y saneamiento	ODS6							■	■				■
Energía asequible y no contaminante	ODS7							■	■	■			■
Trabajo decente y crecimiento económico	ODS8	■	■	■	■	■	■						
Industria, innovación e infraestructura	ODS9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Reducción de desigualdades	ODS10												
Ciudades y comunidades sostenibles	ODS11							■	■				
Producción y consumo responsables	ODS12	■	■	■	■	■	■		■				
Acción por el clima	ODS13												■
Vida submarina	ODS14												
Vida y ecosistemas terrestres	ODS15												
Paz, justicia e instituciones sólidas	ODS16												
Alianzas para lograr objetivos	ODS17												
Alumnos Matriculados Curso 2021-2022		339	369	364	305	312	298	372	321	368	306	327	336

Diagnóstico ■ Se trabaja, pero no se explicita en la GD ■ Se trabaja y está explícita la vinculación con el ODS
Potencial ■ Existen contenidos parcialmente vinculados ■ Existen contenidos totalmente vinculados

En las asignaturas de la Materia *Instalaciones Industriales*, se trabajan 3 ODS. En la asignatura Calor, Frío y Climatización se desarrollan actividades de las metas ‘7.3-Duplicar la tasa de eficiencia energética’ y ‘7.B-Ampliar la infraestructura y tecnología en países en desarrollo’. Esto se complementa con las ODS de la asignatura Instalaciones de fluidos que, además de trabajar la meta ‘9.5-Aumento de la investigación científica y capacidad tecnológica’, desarrolla contenidos alineados con la meta ‘6.5-Implementar la gestión integral de recursos hídricos’.

Por último, en la Materia *Ampliación de Tecnologías Industriales*, la asignatura Ampliación de Energía y Máquinas Térmicas trabaja las metas 7.3 y 7.A, ligadas al ámbito de la eficiencia energética y a la investigación e inversión en energías limpias respectivamente. Tecnología Química Industrial también es una de las que está vinculada al mayor número de ODS por asignatura, con contenidos que referencian las metas ‘3.9-Reducción de muertes por

contaminación química y polución’, ‘12.2-Lograr el uso deficiente de recursos naturales’ y 12.4-Gestión de desechos y productos químicos’.

La Tabla 1 resume el diagnóstico y la evaluación del potencial de todas las asignaturas en función de la materia a tratar, curso y cuatrimestre, mostrando los ODS que trabaja cada una de ellas. Hay que destacar que la meta 4.4, contenida en el ODS 4, aumentar el número de personas que tienen competencias técnicas y profesionales, para acceder a un empleo decente y de calidad, está dentro de todas las asignaturas que forman parte del título.

1.2. Potencial de trabajar las ODS en las asignaturas de MUUI

Para evaluar el potencial de trabajo del conjunto de ODS en el marco de cada asignatura troncal del MUUI, se ha procedido a una triple evaluación (dos profesores externos a cada asignatura y un profesor que la imparte o la ha impartido). El potencial se ha categorizado según la relación potencial entre las unidades didácticas impartidas, la posible adaptación de actividades académicas presentes en las guías docentes y las metas de los diferentes ODS.

Se puede observar que cada asignatura potencialmente puede trabajar un mínimo de dos ODS. Sin embargo, según la valoración, no todas las asignaturas tienen potencial para cubrir un número homogéneo de ODS. Asignaturas como ‘Tecnología Química Industrial’ o ‘Ampliación de Energía y Máquinas Térmicas’ se prestan a cubrir más ODS que otras como ‘Tecnologías de Fabricación’ o ‘Generación, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica’. Por otro lado, se puede observar que las características intrínsecas de las asignaturas no permiten, según nuestra valoración, poder trabajar todos los ODS existentes. Consideramos que 8 de los ODS (1,2,5,10,14,15,16 y 17) no se podrían cubrir en la situación actual sin ajustar las unidades didácticas o modificar sustancialmente las actividades formativas propuestas. Por otro lado, consideramos que el ODS4 se cubre, por la naturaleza de las asignaturas técnicas enseñadas en todas las asignaturas y que el ODS 9 se podría trabajar hasta en 10 de las 12 asignaturas. Remarcar también que algunas asignaturas naturalmente tienen contenidos alineados con los ODS. A modo de ejemplo, la asignatura ‘Instalaciones de Fluidos’ tiene contenidos alineados con el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y la asignatura ‘Ampliación de Energía y Máquinas térmicas’ naturalmente está alineada con el ODS 7 (Energía asequible y no contaminante). Por otra parte, el ODS 8 tiene 2 asignaturas totalmente vinculadas (‘Dirección de Operaciones’ y ‘Dirección de Empresas’) cuando el ODS 9 se ve cubierto naturalmente por ‘Construcción, Arquitectura y Urbanismo Industrial’ y ‘Diseño y aplicación de Equipos Industriales’.

Hay que destacar también que hay unos ODS que potencialmente podrían ser trabajados por un número reducido de asignaturas. Cuando el ODS3 ‘Salud y Bienestar’ solamente se podría trabajar, y se hace actualmente, a través de ‘Tecnología Química Industrial’, los ODS11 ‘Ciudades y comunidades sostenibles’ y 13 ‘Acción por el clima’ se podrían abordar parcialmente a través de dos diferentes asignaturas.

CONCLUSIONES

El análisis de la implantación de los ODS en los estudios conducentes a la obtención del MUUI impartido en la ETSII de la UPV viene a demostrar que, en todas las asignaturas (12) pertenecientes al bloque de troncalidad se trabaja, al menos, un ODS, existiendo 3 asignaturas en las que se trabajan 3 ODS y 3 asignaturas más donde se llegan a trabajar 4 ODS. Destaca de

forma significativa el ODS 4 (Meta 4.4), que es trabajado de forma simultánea por todas las asignaturas troncales del MUII, lo que valida el compromiso de calidad de la ETSII en la planificación de los estudios conducentes a dicha titulación y su relación con los ODS.

Así mismo, destaca el hecho de que 6 de las 12 asignaturas troncales trabajan el ODS 9 (Metas 9.1 y 9.4), evidenciando la relación entre los ODS y las actividades desarrolladas en la docencia impartida en el MUII en el ámbito industrial y tecnológico. Al menos 1/3 (4 de 12) de las asignaturas troncales trabajan otras competencias relacionadas con los ODS 8 (Metas 8.2 y 8.4) y ODS 12 (Metas 12.2 y 12.A), reforzando así la calidad de la enseñanza impartida por la ETSII en el ámbito industrial y su correlación con el cumplimiento de los ODS. Dicha correlación viene avalada simultáneamente por las acreditaciones internacionales con las que cuenta actualmente el MUII en el marco de las enseñanzas de Bolonia.

El potencial que esta titulación ofrece en el ámbito de los ODS permite que los siguientes pasos a realizar en futuras acciones consistan, en primer lugar, en explicitar en las GD de cada asignatura los ODS específicos que trabaja y, en segundo lugar, implementar en los contenidos académicos de cada materia el resto de ODS con los que parcial o totalmente está vinculada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación de este trabajo por parte del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València (UPV), a través del proyecto “Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII” (PIME/21-22/281). Grant PID2020-114781RA-I00 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

REFERENCIAS

- UNITED NATIONS (2015), Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html. [Consulta: 01/03/2022]
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (2019), Vicerrectorado de Calidad y Eficiencia, Sostenibilidad en los estudios oficiales de la UPM 2019, <https://sostenibilidad.upm.es/wp-content/uploads/sites/759/2020/06/V3-Informe-Docencia-ODS-UPM-2019.pdf>. [Consulta: 01/03/2022]
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (2020), Vicerrectorado de Calidad y Eficiencia, Sostenibilidad en los estudios oficiales de la UPM 2020. <https://sostenibilidad.upm.es/wp-content/uploads/sites/759/2021/03/Sostenibilidad-estudios-oficiales-UPM-2020.pdf>. [Consulta: 01/03/2022]
- UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO (UPV-EHU) (2022), EHU agenda 2030 por el desarrollo sostenible. <https://www.ehu.eus/es/web/iraunkortasuna/ehuagenda-2030>. [Consulta: 01/03/2022]
- UNIVERSITAT DE VALÈNCIA (2019), Vicerrectorat d'Igualtat, Diversitat i Sostenibilitat, La Universidad de Valencia como motor de transformación social a través de los ODS, 2019. <https://www.uv.es/uv sostenible/PROYECTO ODS.pdf>. [Consulta: 01/03/2022]
- UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA (2014), Plan Estratégico UPV (2015-2020), https://www.upv.es/noticias-upv/documentos/plan_estrategico_upv2020.pdf [Consulta: 01/03/2022]
- UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA (2020b), Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Plan Estratégico ETSII 2021-2025, https://www.etsii.upv.es/presentacion/documentos/Plan_estrategico_21-25.pdf. [Consulta: 01/03/2022]
- SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOLUTIONS NETWORK (2020). Accelerating Education for the SDGs in Universities: A guide for universities, colleges, and tertiary and higher education institutions. New York.

Análisis de la formación en ODS en la titulación de GITI de la ETSII de la Universitat Politècnica de València

A.M. Pedrosa^a, J.L. Díez^b, E. Klyatskina^c, S. Bernal-Pérez^d, A. Bayón^e, J. Giner-Navarro^f, A. López-Jimenez^g, M. Sancho^h, J.F. Villanuevaⁱ y A. Ortiz^j

^aanpedsan@dimm.upv.es, ^bjldiez@isa.upv.es, ^celkl1@upv.es, ^dsbernal@die.upv.es, ^earbabar@upv.es, ^fjuanginer@upv.es, ^gpalopez@gmmf.upv.es, ^hmsanchof@iqn.upv.es, ⁱjovillo0@upvnet.upv.es y ^jdirector@etsii.upv.es. Universitat Politècnica de València.

Abstract

Universities play a notable role in achieving the SDGs of the UN 2030 Agenda. Aware of this, the *Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial* of the *Universitat Politècnica de València* is working on a project to develop actions aimed at achieving the SDGs in its degrees. After reviewing the Teaching Guides, both, a diagnosis of the starting situation and the analysis of the work potential of the SDGs, has been carried out. This work shows the conclusions achieved in the Degree in Engineering in Industrial Technologies.

Keywords: SDG, university, educational innovation, industrial engineering.

Resumen

Las universidades juegan un papel notable en el alcance de los ODS de la Agenda 2030 de la ONU. Con este ánimo, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universitat Politècnica de València trabaja en un proyecto para desarrollar acciones encaminadas a lograr los ODS en sus titulaciones. Tras la revisión de las Guías Docentes, se ha realizado el diagnóstico de la situación de partida y el análisis del potencial de trabajo de los ODS en el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales mostrado en este trabajo.

Palabras clave: ODS, universidad, innovación educativa, ingeniería industrial.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Bajo el paraguas de las Naciones Unidas, en 2015 se adoptó el documento "Transformando nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible" (United Nations [UN], 2015), posiblemente uno de los acuerdos globales más importantes y ambiciosos alcanzados hasta el momento. El 1 de enero de 2016 esta Agenda entró en vigor con el objetivo de colocar al mundo y sus sociedades en el camino hacia un futuro mejor para 2030. De esta manera, se marcaron los conocidos 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Dentro de esta Agenda, las universidades tienen una misión importante: en primer lugar, deben incorporar los ODS en

su docencia, investigación, transferencia y gestión y, a su vez, deben ejercer simultáneamente su papel como agentes transformadores de la sociedad.

En España, varias universidades nacionales han avanzado de manera significativa en la mejora y adaptación de su itinerario curricular, como es el caso de la Universidad Politécnica de Madrid (Universidad Politécnica de Madrid [UPM], 2020 y [UPM], 2021)), la Universidad Politécnica del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea (Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea [UPV-EHU], 2022) y la Universitat de València (Universitat de València [UV], 2019). La Universitat Politècnica de València (UPV) también apuesta decididamente por la mejora y adaptación de su itinerario curricular. Así, el Plan Estratégico de la UPV 2015-2020 (Universitat Politècnica de València [UPV], 2014) incluye una primera declaración de intenciones en su compromiso con la sostenibilidad, aunque sin aludir explícitamente a los ODS. También se hace referencia a un Plan universitario de Responsabilidad Social en el que abordar la sostenibilidad ambiental y el compromiso social.

Conscientes de la importancia de contribuir a la consecución de los objetivos propuestos por la Agenda 2030 desde las diferentes titulaciones de la UPV, son diversas las Escuelas y Facultades que han iniciado algunas acciones de forma independiente. En el caso de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII), el compromiso con los ODS se refleja en su Plan Estratégico 2021-2025 (Universitat Politècnica de València [UPV], 2020), en el que la Sostenibilidad, la Innovación y la Formación se identifican como Retos. Dentro de este contexto, se sitúa el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa institucional (“Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII”, PIME/21-22/281), cuyo objetivo es integrar los ODS en los planes de estudio del mayor número posible de titulaciones de la escuela (Grado y Máster) con el fin de mejorar el compromiso con la sostenibilidad de los profesionales de la ingeniería. Para lograr este objetivo, el primer paso es analizar el contexto actual de incorporación de los ODS en las titulaciones de la ETSII.

El propósito principal del trabajo aquí presentado se enmarca en esta fase inicial del proyecto, contribuyendo al diagnóstico de la situación actual para, a partir de este punto de partida, poder diseñar una ruta metodológica para incorporar los ODS en los planes de estudio.

METODOLOGÍA

La revisión de las Guías Docentes (GD) de la titulación se ha llevado a cabo desde dos puntos de vista. Por un lado, se ha recogido la información relativa a la situación actual reflejada en la GD y, por otro, se ha identificado el potencial de trabajo en ODS que tiene cada asignatura de cara a planificar actividades en próximos cursos.

RESULTADOS

En este apartado se refleja el resultado del estudio realizado en las distintas asignaturas obligatorias de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI). Los resultados mostrados se han agrupado en bloques, los cuales contienen materias de contenidos complementarios. Se ha agrupado de esta manera en base a la afinidad con el ámbito de cada ODS en particular. Las asignaturas pertenecientes a cada materia pueden consultarse en la “Estructura del Título” publicada en la página web de la ETSII (<https://www.etsii.upv.es>).

Tras el análisis por bloques, se expondrán las principales conclusiones globales, tratando de identificar las debilidades y fortalezas en la implementación de los ODS en la titulación con el objetivo final de emprender acciones eficaces encaminadas a alcanzar las metas propuestas. En las gráficas se muestra el número de asignaturas con alguna vinculación a cada ODS.

3.1 Bloque Matemáticas

Las materias incluidas en este bloque son: Matemáticas, Informática y Ampliación de Matemáticas, con un total de siete asignaturas. El estudio realizado se muestra en la Fig. 1 a).

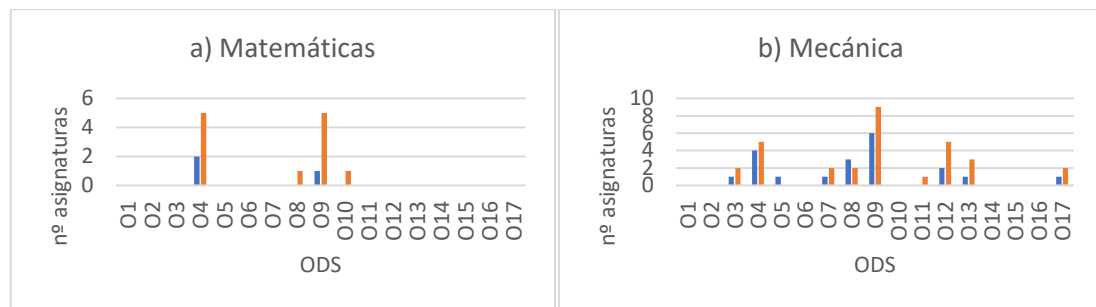


Fig. 1. Estado de trabajo de los ODS en el bloque a) Matemáticas b) Mecánica. ■ Diagnóstico ■ Potencial

DIAGNÓSTICO: En general, el ODS4 se trabaja de forma natural, ya que las asignaturas analizadas suponen parte de la base científica de muchas asignaturas posteriores. En las GD está reflejado el trabajo en las competencias transversales “Comprensión e Integración” y “Aplicación y pensamiento práctico” lo que fortalece un aprendizaje y la toma de decisiones estrechamente relacionada con la meta 4.4 de este ODS. El trabajo con herramientas de programación multicriterio en asignaturas de cursos avanzados puede emplearse en la elaboración de acciones o contenidos relacionados con el ODS10.

POTENCIAL: La materia en sí constituye parte de la base de las herramientas tecnológicas como el análisis estadístico o la elaboración de indicadores, por lo que podría incluir ejemplos de resolución de problemas reales relacionados con los ODS 9, 12 o 13.

3.2 Bloque Mecánica

Las materias incluidas en este bloque son: Física I (primera asignatura de la materia Física), Expresión Gráfica, Mecánica y Materiales, Tecnología de Máquinas y Materiales y Estructuras y Construcciones, con un total de diez asignaturas. El estudio se muestra en la Fig. 1 b).

DIAGNÓSTICO: En las asignaturas afines a la materia mecánica se analizan las características de materias primas, los procesos de transformación de ésta y la fabricación de componentes industriales. Dichos procesos están íntimamente relacionados con los ODS 8, 9, 12 y 17, en particular con la meta 8.2 en su contribución a la formación integral y diversa, propia de la rama industrial de la ingeniería; meta 8.4 en el consumo eficiente de los recursos; meta 9.5 en la introducción de software de cálculo numérico que eleva la capacidad tecnológica de los estudiantes; meta 12.5 orientada a la reducción de desechos al dotar al futuro ingeniero de conocimientos tecnológicos del ámbito de la mecánica que permiten realizar diseños más eficaces; meta 17.7 por el impacto ecológico del uso racional de las materias primas. Por otro lado, la introducción en el empleo de herramientas informáticas habituales en el desarrollo profesional, además de permitir hacer estudios fiables, dota al estudiante de herramientas

para construir un razonamiento crítico que le permitirá llevar a cabo la elaboración de informes con los resultados y conclusiones obtenidas. Este tipo de actividades fomenta la creatividad a la hora de resolver nuevos retos, a la vez que se participa al alumno de la responsabilidad ética que tendrá como profesional sobre los recursos humanos y materiales puestos a su disposición. Este enfoque está completamente alineado con la meta 4.4 (ODS 4).

POTENCIAL: El desarrollo de informes técnicos elaborados a partir de los conocimientos en el ámbito mecánico podría contribuir al ODS 17 por la posible divulgación de conocimientos de las tecnologías industriales a un público tanto especializado como no especializado, como podría ser el caso de países en desarrollo como reza la meta 17.7. Es interesante también la introducción del concepto de ciclo de vida de los materiales, el cual podría potenciarse al estar estrechamente relacionado con el uso eficaz de las materias primas, recursos energéticos y el potencial reciclado de los productos de desecho tanto durante la etapa de fabricación como al final de la vida útil de los componentes mecánicos. Todos estos aspectos están relacionados con los ODS 3, 7, 8,9, 12 o 13.

3.3 Bloque Electricidad

Las materias incluidas en este bloque son: Ampliación de Física y Tecnología Eléctrica y Energética, con un total de cuatro asignaturas. El estudio realizado se muestra en la Fig. 2 a).

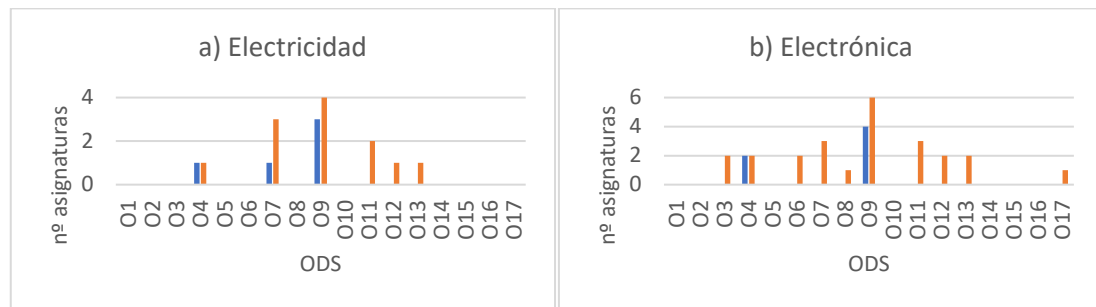


Fig. 2. Estado de trabajo de los ODS en el bloque a) Electricidad b) Electrónica. ■ Diagnóstico ■ Potencial

DIAGNÓSTICO: En la asignatura de Ampliación de Física, se imparte la base teórica que es el fundamento de las máquinas eléctricas y energéticas; en su caso, se trabaja el ODS 4 al ser más genérico. En las otras asignaturas del bloque que son más avanzadas y aplicadas al uso, gestión y mantenimiento tanto en máquinas como en procesos industriales, se trabajan el ODS 7 relacionado con la gestión no contaminante de la energía y el ODS 9 debido a su vinculación con la industria.

POTENCIAL: Se observa bastante potencial para el trabajo de distintos ODS. Por un lado, respecto a la obtención de la energía, sería razonable ampliar contenidos relacionados con la aplicación de las distintas tecnologías renovables (ODS7, energía no contaminante) con menor impacto medioambiental. Por otro lado, respecto a la distribución de la energía eléctrica abordada en Tecnología Eléctrica, sería también muy constructivo orientar actividades hacia redes de distribución inteligentes o *smartgrids* que contribuyen con los ODS 11, 12 y 7.

3.4 Bloque Electrónica

Las materias incluidas en este bloque son: Electrotecnia, Electrónica y Automática y Tecnología Electrónica y Automática (seis asignaturas). El estudio se muestra en la Fig. 2 b).

DIAGNÓSTICO: De forma natural, las asignaturas de cursos inferiores guardan relación con el ODS 4, genérico de educación, y las de cursos superiores, con el ODS 9 del ámbito industrial propio de la titulación.

POTENCIAL: El potencial observado es muy interesante, pues se puede llegar a aportar en ocho ODS además de los dos anteriores, destacando las posibilidades en los ODS 7, 9 y 11, especialmente en las asignaturas de Automática.

3.5 Bloque Fluidos

Las materias incluidas en este bloque son: Física II (segunda asignatura del bloque de física), Termodinámica y Mecánica de Fluidos y Sistemas y Máquinas Fluidomecánicas, con un total de seis asignaturas. El estudio realizado se resume en la Fig. 3 a).

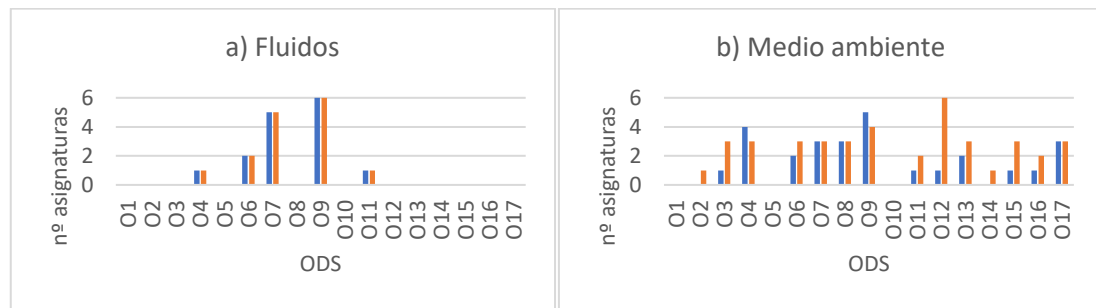


Fig. 3. Estado de trabajo de los ODS en el bloque a) Fluidos b) Medio ambiente. ■ Diagnóstico ■ Potencial

DIAGNÓSTICO: Además de los ODS 4 y 9 con un vínculo similar al de otras materias, este bloque trata contenidos propios de los ODS 6, 7 y 11.

POTENCIAL: En la gráfica se manifiesta que el número de asignaturas en las que se trabaja actualmente y en las que se observa potencial coincide. Se ve además una mejora en el sentido de que es posible fomentar aún más y evidenciar explícitamente esa relación tan estrecha con los ODS vinculados.

3.6 Bloque Medio ambiente

Las materias incluidas en este bloque son: Empresa, Producción Industrial, Proyectos y Medio Ambiente y Química. Con seis asignaturas en total. El estudio se resume en la Fig. 3 b).

DIAGNÓSTICO: Las asignaturas de este bloque inciden en la competencia transversal “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional” estrechamente relacionada con los ODS 3,6, 17. Otros ODS como es el caso de 7, 9 y 13 mantienen también un vínculo directo por su ámbito de aplicación.

POTENCIAL: Este bloque sí muestra un potencial mayor del que actualmente se pone de manifiesto en las GD. Es el caso de la relación existente entre la aplicación de las tecnologías medioambientales y sostenibilidad con los ODS 7, 8 y 17. También los temas de seguridad en el trabajo en el laboratorio y el reciclado de productos químicos mantienen relación con los ODS 3, 6, 8, 14 o 15. La potencial relación con el ODS 12, en concreto con la meta 12.6, se basa en la posibilidad de plantear el reciclado de bienes o equipos industriales en la elaboración de presupuestos. En la asignatura de proyectos, se dan a conocer distintas tipologías proyectuales, lo cual supone una oportunidad para que los estudiantes identifiquen cada

tipología con los ODS a modo de familiarizarse con los mismos.

CONCLUSIONES

Aunque no se ha mostrado en este trabajo por la agrupación de asignaturas en bloque, hay una clara evolución por curso tanto del trabajo actual en ODS como del posible potencial, centrándose en el ODS 4 en las asignaturas de los primeros cursos debido a su carácter más genérico y los de contenidos más específicos en asignaturas especializadas que se imparten en cursos avanzados. El mayor potencial detectado aparece en las materias relacionadas con la esfera ambiental, como es la explotación de recursos naturales, especialmente el agua y las del ámbito de medio ambiente, en las que sí se trabaja una cantidad considerable de ODS e incluso se detecta la posibilidad de explotar este vínculo de forma más evidente.

En general, existe potencial para trabajar un número importante de ODS comparado con el que actualmente se trabaja. Esto es especialmente relevante en los bloques de electricidad y electrónica en los que, a priori, no parece existir una especial afinidad con ninguno de los ODS; sin embargo, sí que existe algún campo de aplicación en el ámbito de la sostenibilidad energética o una distribución inteligente de los recursos energéticos. De alguna forma, el desequilibrio entre las acciones implementadas y el potencial observado puede deberse a la necesidad de formación de profesores en ODS.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación de este trabajo por parte del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València (UPV), a través del proyecto “Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII” (PIME/21-22/281).

REFERENCIAS

- United Nations (2015), *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, <www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html> [Consulta: 1 de marzo de 2022]
- Universidad Politécnica de Madrid (2020), Vicerrectorado de Calidad y Eficiencia, *Sostenibilidad en los estudios oficiales de la UPM 2019*, <<https://sostenibilidad.upm.es/wp-content/uploads/sites/759/2020/06/V3-Informe-Docencia-ODS-UPM-2019.pdf>> [Consulta: 1 de marzo de 2022]
- Universidad Politécnica de Madrid (2021), Vicerrectorado de Calidad y Eficiencia, *Sostenibilidad en los estudios oficiales de la UPM 2020*, <<https://sostenibilidad.upm.es/wp-content/uploads/sites/759/2021/03/Sostenibilidad-estudios-oficiales-UPM-2020.pdf>> [Consulta: 1 de marzo de 2022]
- Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (2022), *EHU agenda 2030 por el desarrollo sostenible*, <<https://www.ehu.eus/es/web/iraunkortasuna/ehuagenda-2030>> [Consulta: 1 de marzo de 2022]
- Universitat de València (2019), Vicerrectorat d'Igualtat, Diversitat i Sostenibilitat, *La Universidad de Valencia como motor de transformación social a través de los ODS*, 2019, <<https://www.uv.es/uvsostenible/PROYECTOODS.pdf>> [Consulta: 1 de marzo de 2022]
- Universitat Politècnica de València (2014), *Plan Estratégico UPV (2015-2020)*, <https://www.upv.es/noticias-upv/documentos/plan_estrategico_upv2020.pdf> [Consulta: 1 de marzo de 2022]
- Universitat Politècnica de València (2020), Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, *Plan Estratégico ETSII 2021-2025*, <https://www.etsii.upv.es/presentacion/documentos/Plan_estrategico_21-25.pdf> [Consulta: 1 de marzo de 2022]

Estudiantes Flip-active en Expresión Gráfica. Resultados de una primera experiencia de combinación Flipped classroom-OCW

I. Herrero ^a, J. López ^b, M. Iturrondobeitia ^c, P. Jimbert ^d y U. Llano ^e

^{abcde} Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Bilbao, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Paseo Rafael Moreno "Pitxitxi" 3, 48013 Bilbao (Spain).

^aisabel.herrero@ehu.eus; ^bjaime.lopez@ehu.eus; ^cmaider.iturrondobeitia@ehu.eus;

^dpello.jimbert@ehu.eus; ^eurtzi.llano@ehu.eus.

Abstract

An educational innovation project impulsed by the teaching team of the Graphical Expression subject has derived in the application of the Flipped Classroom methodology. This methodology, combined with the use of an OCW about Surfaces for Engineering, has been checked by means of a Test and an associated survey about the usefulness of the OCW, the class activities and other sources of study.

Keywords: flipped classroom, flip-active students, OCW, graphic expression, industrial engineering.

Resumen

Un proyecto de innovación educativa impulsado por el equipo docente de la asignatura Expresión Gráfica ha derivado en la aplicación de la metodología Flipped Classroom. Esta metodología, combinada con el uso de un OCW sobre Superficies para Ingeniería, ha sido comprobada mediante un Test y una encuesta asociada sobre la utilidad del OCW, las actividades de clase y otras fuentes de estudio.

Palabras clave: flipped classroom, estudiantes flip-active, OCW, expresión gráfica, ingeniería industrial.

INTRODUCCION y OBJETIVOS

El cambio de metodologías en el proceso de aprendizaje es una tendencia que se ha ido implementando en diferentes ámbitos, en educación secundaria, luego en el bachillerato y finalmente en la universidad. Esas metodologías suelen ser promovidas individualmente por docentes, y se aplican de manera diferente según el contexto académico y la creatividad docente (Schmeisser, 2018)(Terrasa, 2015). Por lo tanto, esas experiencias están lejos de ser una estructura de trabajo establecida y compartida por estudiantes universitarios y, en

consecuencia, los y las estudiantes pueden conocer esas metodologías, pero generalmente no saben cómo trabajar con ellas.

Además, la ventaja de aplicar estas metodologías en el primer año académico de la universidad, en que el nuevo alumnado se enfrenta a un entorno completamente diferente y debe adaptarse a nuevas estructuras. Esta situación podría ayudar en la introducción de nuevas metodologías, ya que el nuevo alumnado está mentalmente preparado para encontrar y adaptarse a nuevas experiencias. Pero, el éxito de dicha metodología se evalúa en este escenario de adaptación completa, y por lo tanto, se podría atribuir a la metodología un fracaso en los resultados que realmente podría deberse a varios factores. Eso hace que la evaluación de la metodología aplicada sea una tarea complicada y, por lo tanto, se debe hacer un buen enfoque técnico para mostrar realmente la bondad de la metodología.

En el Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería de la Escuela de Ingeniería de Bilbao de la Universidad del País Vasco UPV/EHU, mediante un Proyecto de Innovación Educativa, el profesorado eligió Flipped Classroom como la metodología que permitiría renovar la asignatura en el primer curso académico (López, 2017). Para implementar esta metodología se debe elaborar material didáctico adecuado (Prieto, 2018), y se comenzó con el Open Course Ware (OCW) sobre Superficies Básicas para Ingeniería (2018). El objetivo final es completar paulatinamente todo el material didáctico necesario y extender la metodología a todos los temas de la asignatura Expresión Gráfica.

En nuestro caso, tradicionalmente, la Expresión Gráfica ha sido una asignatura con un alto índice de estudiantes que buscan ayuda externa (academias), posiblemente debido al carácter optativo de la asignatura previa a la universidad y ya la gran cantidad de trabajo necesario para adquirir los conocimientos. Como consecuencia de ello, hay estudiantes que deciden faltar a clases, incluso desde el inicio del curso, siguiendo los consejos de estudiantes repetidores, perpetuando así un comportamiento inercial.

Por otro lado, nos pareció fundamental comprobar la utilidad del material que estamos preparando, de forma que podamos corregirlo, readaptarlo y completarlo. Este trabajo también analiza las impresiones subjetivas de los estudiantes sobre el material OCW, el material para las actividades de clase y otro material complementario.

Comprobar esto, considerando que estamos sumergidos en un entorno adaptativo con múltiples factores de influencia, es el primer escollo que debemos superar. Por esta razón, se debe establecer una metodología de evaluación para cada paso.

Esperamos que los resultados de este trabajo ayuden a construir un método de evaluación que ayude en una futura evaluación de la metodología aplicada a la totalidad del tema.

METODOLOGÍA

El tema de Superficies Básicas para Ingeniería se trabajó durante 3 semanas de la siguiente manera:

- Tarea previa: lectura guiada de la parte correspondiente de la documentación en el OCW.
- Actividades de clase: tras una breve exposición del docente con explicaciones conceptuales comunes a todas las superficies, se distribuyeron diferentes casos de estudio a equipos formados por 4 miembros. Tuvieron que resolver el caso planteado, centrándose en los conceptos explicados (tipo de superficie, método de sección, tipo de sección, desarrollo de la superficie...). En la siguiente clase cada equipo hizo una presentación para compartir los resultados con el resto de la clase. De esta forma, se trabajaron los fundamentos de los casos (parte conceptual) y se trataron los diferentes casos de estudio (ejercicios compartidos) de manera colaborativa.
- Trabajos complementarios: fichas con exámenes de años anteriores a resolver.
- La tercera clase se realizó un Test de autoevaluación, con el objetivo de ayudar al alumnado a organizar su tiempo de aprendizaje, y permitir que tengan un primer contacto con el tipo de ejercicio, método de corrección y su nivel de conocimiento antes de los exámenes de evaluación.

El Test se completó con una encuesta sobre el material que utilizaron en su estudio para el Test. Esas preguntas nos ayudarán a comprender la utilidad del material didáctico puesto a su disposición. Además, esperamos que eso cree conciencia sobre el material disponible, recordando que tenían que hacer uso de él.

Las nueve preguntas de la encuesta exigían calificar de 1 (nada útil) a 5 (muy útil) la utilidad del OCW (teoría, ejercicios resueltos y test de autoevaluación), actividades de clase (explicaciones, ejercicios de aplicación, presentaciones), actividades previas y hojas de exámenes anteriores. Otra pregunta fue si consideraban necesaria la ayuda externa (academias) para preparar la materia. Finalmente, un último campo permitía completar otras fuentes de información que consideraran importantes.

Se compararon los resultados del Test y de la Encuesta clasificando al alumnado en asistente a clase y no asistente a clase. En un siguiente paso, de quienes asistían a clase se dividían a su vez en flip-activos y no flip-activos (Herrero, 2019).

RESULTADOS

El número de estudiantes que completaron el Test y la Encuesta fue de 63, pero solo 39 asistieron a las dos clases cuando se trabajó el tema, es decir, solo 39 estudiantes completaron la metodología.

Tabla 1. Valoración media de la utilidad del material para preparar la prueba, considerando la asistencia a clase.

Todo el alumnado (69)	Asistentes completos (39)	Asistentes parciales (24)
1- OCW teoría	3.43	2.91
2- OCW ejercicios	3.30	3.05
3- OCW test autoevaluación	4.03	3.27
4- Explicaciones de clase	3.50	2.50
5- Ejercicios de clase	3.48	3.13
6- Presentaciones de clase	3.65	3.00
7- Hojas de exámenes ant.	4.08	4.50
8- Academia	3.32	3.86

Tabla 2. Valoración media de la utilidad del material para preparar la prueba, para quienes asisten a la clase.

Asistentes completos (39)	Flip-active (24)	No Flip-active (15)
1- OCW teoría	3.45	3.40
2- OCW ejercicios	3.36	3.20
3- OCW test autoevaluación	4.17	3.80
4- Explicaciones de clase	3.74	3.13
5- Ejercicios de clase	3.57	3.33
6- Presentaciones de clase	3.43	3.93
7- Hojas de exámenes ant.	4.13	4.00
8- Academia	1.92	4.53

La tabla 1 muestra la puntuación a las diferentes preguntas de la encuesta agrupando al alumnado por su asistencia a clase en los días en que se trató el tema. La puntuación habla sobre la percepción de utilidad del ítem. Hay que tener en cuenta que el alumnado que no asistió a clase cuando se trabajó el tema también puntuó las actividades de clase, que creemos que corresponde a su percepción de alguna de las clases a las que asistió durante el año.

De forma general, la tabla muestra que la valoración de la utilidad del material para preparar la prueba es más alta en estudiantes que asisten a clase.

Los ítems mejor valorados son las hojas de exámenes previos, especialmente para quienes no asisten a clase, y la prueba de autoevaluación del OCW en el caso de quienes asisten a clase. En el caso del alumnado que no asiste a clase, el segundo ítem mejor valorado como material para preparar la prueba es la academia.

La tabla 2 muestra la misma puntuación, pero solo del alumnado que asiste a clase, considerando su actividad respecto a la metodología flipped, utilizando el concepto de estudiante flip-active (Herrero, 2019), es decir, considerando sólo las respuestas que no señalan a la academia útil o muy útil (3 o menos en la encuesta). En este caso, consideramos que el trabajo de clase fue la referencia y no fueron las fuentes externas como la academia. El filtro descartó a 15 estudiantes, por lo que dejó 24 estudiantes flip-active.

Como se puede observar, el alumnado flip-active aprecia mejor las distintas fuentes de información puestas a su disposición, especialmente las relacionadas con la evaluación (preguntas 3 y 7). En el alumnado no flip-active se valora mejor las hojas de exámenes anteriores.

En el caso del material OCW, está mejor valorado por estudiantes flip-active que para estudiantes no flip-active, incluso está mejor valorado por estudiantes no flip-active que para estudiantes que no asisten a clase.

En el caso de las actividades de clase, el orden de valoración difiere. En el caso de estudiantes flip-active, las explicaciones en clase ocupan el primer lugar, mientras que la presentación en clase queda en la tercera posición. Para el resto del alumnado, la presentación en clase es mejor valorada que las explicaciones en clase.

En cuanto al resultado del Test, los y las estudiantes flip-active tienen mejor desempeño en la Prueba, mientras que las y los estudiantes que no asisten a clase muestran peores puntuaciones.

CONCLUSIONES

Este trabajo muestra los resultados de una Prueba sobre Superficies Básicas para Ingeniería en un contexto de nueva metodología, que aplica el aula invertida y utiliza un OCW como principal fuente de información. El Test incluye una encuesta sobre la percepción de utilidad del material didáctico puesto a disposición del alumnado.

Para determinar si la metodología flipped influye en los resultados, se clasificó a las y los estudiantes teniendo en cuenta la asistencia a clase. A su vez, otra división de quienes asisten a clase, incluyendo el principal referente de información (clases y profesor, frente a referencia externa), seleccionó a estudiantes flip-active, es decir, aquellos que utilizan la información de clase como fuente principal para su estudio.

Las respuestas de la encuesta muestran que todo el alumnado valora mejor la información relacionada con la evaluación, en este caso las hojas de exámenes anteriores y la prueba de autoevaluación del OCW. En el caso de estudiantes flip-active valora mejor el OCW y las actividades de clase como fuentes de información (favoreciendo las explicaciones dadas en clase). Estos estudiantes también prefieren fuentes relacionadas con la evaluación, pero, a diferencia del resto, no favorecen la información del examen y consideran buena la prueba de autoevaluación.

Los diferentes apartados incluidos en el OCW están ordenados por su utilidad de la misma forma en casi todo el alumnado: prueba de autoevaluación - teoría - ejercicios resueltos. Sólo en el caso de estudiantes que no asistan a clase, el orden es diferente (autoevaluación test-ejercicios-teoría). En todos los casos se aprecia positivamente la información relacionada con la evaluación. El alumnado que no asiste a clase da menos importancia a la teoría y valora la información práctica sobre el tipo de preguntas y ejercicios propuestos y la forma en que se resuelven, información que pierden saltándose las clases.

Por otro lado, para quienes asisten a clase, el hecho de que los ejercicios resueltos sean los últimos puede deberse a que al ser más complejos se necesita más esfuerzo para entenderlos. Considerando que el alumnado es conservador en cuanto al tiempo (probablemente por sobrecarga de trabajo), observamos que la fuente de información más poderosa es infrutilizada.

Esos resultados se derivan de una Prueba y una encuesta asociada relacionada con una parte de la asignatura que trata sobre superficies para ingeniería. La experiencia ha permitido detectar las dificultades de evaluar una metodología en el contexto universitario, donde la asistencia a clase no es obligatoria. En cualquier caso, parece lógico detectar a estudiantes flip-active para hacer posible una evaluación cuantitativa. Somos conscientes de que, al ser el primer resultado, deben contrastarse con estudios posteriores.

REFERENCIAS

- Herrero Bengoechea, I.; López Soto, J.; Iturrondobeitia Ellacuria, M.; Jimbert Lacha, P.; Llano Castresana, U. (2019). *First results of Flipped Classroom in the Graphic Expression subject in Industrial Engineering first course at the University of the Basque Country UPV/EHU*. The 3rd EuroSoTL conference, June 2019, Bilbao (Spain). <https://www.ehu.eus/es/web/eurosotl-2019/proceedings>
- López Soto, J.; Herrero Bengoechea, I.; Jimbert Lacha, P.; Iturrondobeitia Ellacuria, M.; Toledo Gandarias, N. (2017). *Diseño disruptivo de la asignatura de expresión gráfica*. 25 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET). Ed., Escuela de Ingenierías Industriales. Badajoz, I.S.B.N.: 978-84-697-6395-7
- Prieto Martín, A. (2018). *Flipped Learning: Aplicar el Modelo de Aprendizaje Inverso*. Narcea, S.A. de ediciones, Madrid. ISBN: 978-84-277-2346-7
- Schmeisser Arriaga, C. M., & Medina-Talavera, J. A. (2018). *Estudio comparativo entre metodología de aula invertida y metodología tradicional en clases de español, inglés y matemáticas*. *MLS-Educational Research*, 2 (2), 44-60 doi: 10.29314/mlser.v2i2.65
- Terrasa Barrena, S.; Andreu García, G. (2015). *Cambio a metodología de clase inversa en una asignatura obligatoria*. Actas del simposio-taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación Andorra La Vella, 7 de julio 2015. ISBN: 978-99920-70-09-3

Métodos cuantitativos para estudiar la carga de trabajo de los estudiantes

Luisberis Velazquez Abad^a, Boris Atenas Nuñez^b y Juan Carlos Castro Palacio^c

^aDepartamento de Física, Universidad Católica del Norte, Chile, lvelazquez@ucn.cl, ^bDepartamento de Física, Universidad Católica del Norte, Chile, batenas@ucn.cl y ^cCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Valencia, España, juancas@upvnet.upv.es.

Abstract

We present partial results of empirical and theoretical studies concerning the estimation of the student workload in university courses developed between 2015 and 2020. We have employed the activity logs on educational digital platforms as reliable sources of information. Quantitative methods are developed to address this problem from a multidisciplinary perspective that links scientific computing for data analysis, physics, statistics, and the methods of economics.

Keywords: Student workload, quantitative methods, digital platforms.

Resumen

Presentamos los resultados parciales de estudios empíricos y teóricos sobre la estimación de la carga de trabajo de los estudiantes en cursos impartidos durante el periodo 2015-2020. Se emplean los registros de actividad de las plataformas digitales educativas como fuentes fiables de información. Se proponen métodos cuantitativos para abordar el problema desde una perspectiva multidisciplinaria que vincula la computación científica, la física, la matemática estadística y la economía.

Palabras clave: Carga de trabajo del estudiante, métodos cuantitativos, plataformas digitales.

INTRODUCCIÓN: UN PROBLEMA CLAVE EN EDUCACIÓN SUPERIOR

El tiempo de formación de los estudiantes, o carga de trabajo (student workload), es un concepto clave dentro de la gestión de procesos docentes en el ámbito universitario. De hecho, la carga de trabajo se encuentra directamente asociada a la implementación de los sistemas de créditos académicos tales como el ECTS europeo (EHEA, 2015). A pesar de su importancia, la estimación de la carga de trabajo de los estudiantes ha sido uno de los problemas no resueltos en el ámbito de la educación superior (Gonzalez & Wagenaar, 2003). En nuestra opinión, la dificultad reside en que este problema se aborda básicamente mediante métodos de investigación cualitativa tales como entrevistas de los actores claves de estos procesos (profesores y estudiantes) y la aplicación de encuestas de percepción. Los resultados derivados de este tipo de metodología son de baja fiabilidad (Tversky & Kahneman, 1974), sobre todo, porque estos métodos no resultan naturales para la determinación de una variable cuantitativa de naturaleza aleatoria como el tiempo de formación de un estudiante. En

cambio, este problema puede ser abordado mediante los conceptos y métodos de la física de conjunto con los empleados en otras disciplinas científicas.

OBJETIVOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

Un aspecto clave que distingue el presente trabajo de otros estudios desarrollados en la literatura son las fuentes de información empleadas para la determinación de la carga de trabajo. Un primer objetivo fue determinar, mediante mediciones directas, los tiempos de formación en procesos docentes desarrollados en modalidad online entre 2019 y 2020 durante el periodo de emergencia sanitaria en Chile por pandemia COVID19. Como fuente de información, se utilizaron los registros de actividad de los alumnos en las plataformas digitales empleadas para la docencia (Zoom, YouTube, Moodle, etc.), los cuales sirvieron de base para la reconstrucción estadística de estos procesos. Como segundo objetivo, nos propusimos desarrollar modelos estocásticos para predecir el comportamiento de los indicadores de desempeño de los estudiantes en los procesos docentes. Los resultados derivados de las simulaciones numéricas se compararon con resultados de promoción y progresión de diferentes cursos desarrollados durante el periodo 2015-2020. Como fuente de información en este análisis se emplearon los registros históricos de las calificaciones finales de las asignaturas impartidas. Los lectores interesados en los detalles metodológicos de los estudios empíricos y desarrollos teóricos, que no se incluyen en este artículo por brevedad, pueden consultar los artículos extendidos (Velazquez et al., 2022; Atenas et al., 2022).

RESULTADOS: ESTUDIOS EMPÍRICOS *VERSUS* MODELOS ESTOCÁSTICOS

Tanto la dedicación diaria de los alumnos a sus cursos y como los resultados que estos alcanzan en las evaluaciones aplicadas representan magnitudes aleatorias que obedecen a leyes de distribución muy concretas. En la figura 1, por ejemplo, se muestra la evolución de las impresiones diarias de YouTube del material audiovisual dispuesto para los estudiantes de un curso online realizado en el segundo semestre de 2020 (Velazquez et al., 2022). En esta figura se destacan las doce evaluaciones efectuadas y cómo los estudiantes incrementan la atención del material audiovisual en torno a cada una de estas actividades. El análisis estadístico demuestra que la distribución de impresiones diarias de YouTube obedece un comportamiento aleatorio del tipo *ley de Zipf* (Zipf, 1949). Esta distribución se presenta al analizar indicadores económicos de mercados financieros. Dado que la dedicación horaria de los estudiantes al proceso docente es una magnitud aleatoria, también resulta aleatorias las calificaciones finales que ellos alcanzan en una asignatura dada. El análisis demuestra que las calificaciones finales obedecen a una función de distribución que combina un comportamiento Gaussiano para las calificaciones en la región de aprobación, con una distribución uniforme para las notas en la región de reprobación. Esta última tendencia está asociada al abandono del proceso docente por parte de aquellos estudiantes en riesgo de reprobación luego de efectuadas las primeras evaluaciones.

Estos estudios empíricos demuestran que el ámbito académico es un sistema complejo adaptativo similar a un mercado financiero (ej. un mercado de servicios), cuyo comportamiento puede ser estudiado mediante los métodos y conceptos de la economía (Velazquez et al, 2022). En el marco de los procesos docentes actúan las mismas reglas básicas del principio de la economía del Balance entre la Oferta y la Demanda a un nivel elemental (Mankiw, 2011): la necesidad que tienen los individuos (estudiantes y profesores) de

establecer un balance entre su disponibilidad de tiempo y la dedicación horaria que necesitan para desarrollar cualquier actividad que les sea de interés. Así mismo, tanto el incremento de atención de los alumnos ante de las evaluaciones de un curso, como el abandono del proceso docente por los estudiantes en riesgo de reprobación, constituyen comportamientos marginales típicos de los actores en un escenario económico (manifestación del principio económico que los individuos responden a incentivos).

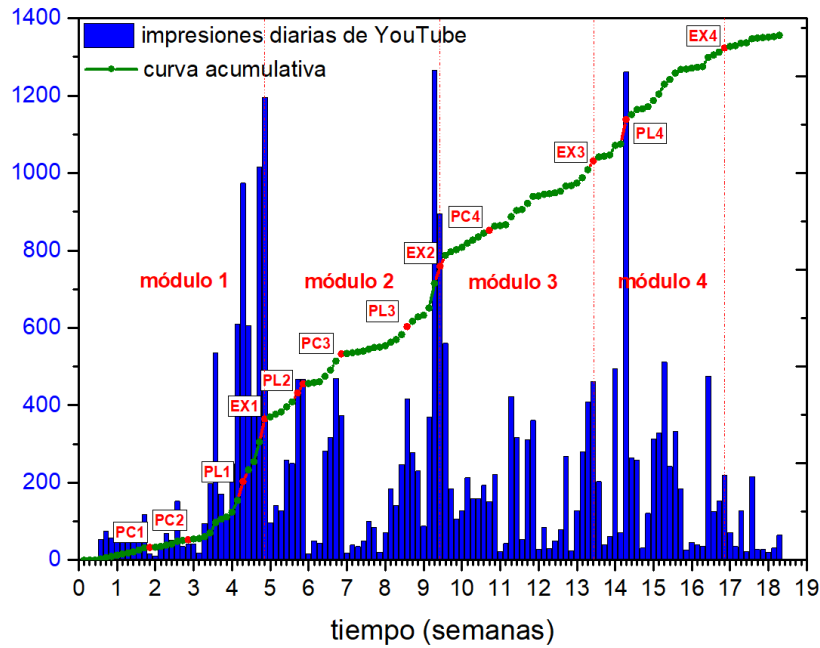


Fig. 1. Comportamientos de las impresiones diarias de YouTube del material audiovisual dispuesto para los estudiantes de un curso online dictado en el segundo semestre de 2020 (Velazquez et al., 2022).

Los resultados derivados de estos estudios empíricos posibilitan el desarrollo de modelos y métodos cuantitativos para la estimación de la carga de trabajo de los estudiantes. En particular, la presente investigación posibilitó la introducción de dos modelos estocásticos que combinan la distribución empírica de las calificaciones finales con la incidencia de reglas de eliminación y deserción para los estudiantes reprobados (Atenas et al., 2022). Los registros de calificaciones finales derivados de las simulaciones Monte Carlo de estos dos modelos fueron empleados para describir el comportamiento de los índices de promoción y progresión de estudiantes. En la figura 2 se comparan las predicciones teóricas y con los valores estimados para treinta y tres asignaturas impartidas en el periodo 2015-2020 en la Universidad Católica del Norte (Chile). Es importante destacar que los resultados de las simulaciones no consideran procedimientos de ajuste alguno, así como que los resultados empíricos están más afectados por incertezas estadísticas. El resultado del panel derecho evidencia que los estudiantes reprobados son fundamentalmente eliminados entre $k=2$ y $k=3$ oportunidades. Este resultado está en completo acuerdo con las regulaciones aplicadas en la docencia de pregrado de la Universidad Católica del Norte. El lector interesado en profundizar en el detalle de estos resultados puede consultar el artículo extendido (Atenas et al., 2022).

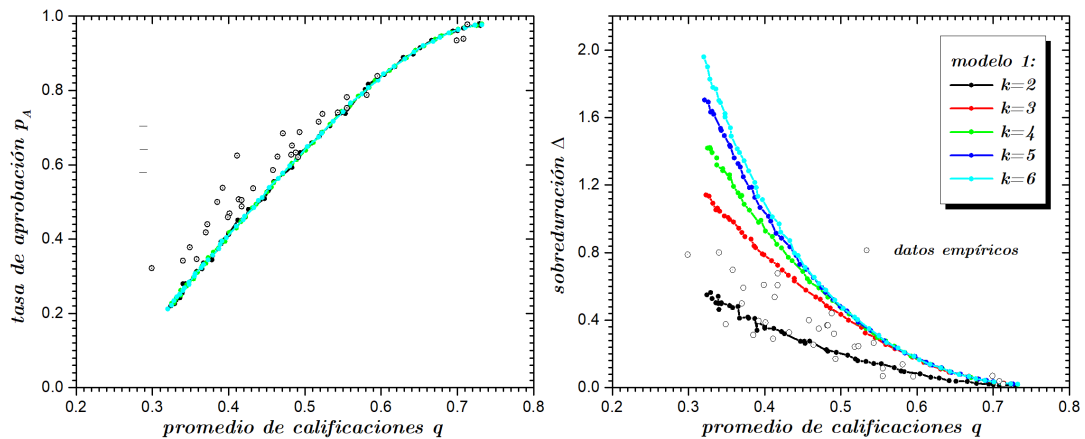


Fig. 2. Tasa de aprobación (panel izquierdo) y de sobresaturación (panel derecho) en función del promedio de calificaciones para los datos empíricos de cursos dictados en la Universidad Católica del Norte (círculos negros) y los resultados de las simulaciones (Atenas et al., 2022).

CONCLUSIONES: NECESIDAD DE UN CAMBIO DE PARADIGMA

Las investigaciones de la carga de trabajo de los estudiantes requieren un cambio de paradigma con respecto a los estudios de percepción convencionalmente empleados para abordar este problema. En primer lugar, se deben hacer uso de fuentes de información fiables como los datos masivos registrados en las plataformas digitales asociadas a los procesos docentes. En segundo lugar, la complejidad del problema requiere un enfoque multidisciplinario que combine el análisis de los datos empíricos con el desarrollo de modelos teóricos. Como hemos demostrado en los resultados antes mostrados, se pueden combinar los métodos cuantitativos empleados en la Educación Superior (indicadores de desempeño) con la computación científica para el análisis de datos. En este contexto, sin embargo, se hace imprescindible el uso de los métodos y conceptos de la física, la matemática estadística y así como los de la economía.

REFERENCIAS

- Atenas, B.; Velazquez, L. and Castro-Palacio, J.C. (2022), *Quantitative methods to determine the student workload II: Statistical models for the microcurricular performance indicators*, DOI: 10.13140/RG.2.2.17394.99527.
- European Higher Education Area (2015) *ECTS Users' Guide*, [online] https://ec.europa.eu/education/resources-and-tools/document-library/ects-users-guide_en
- González, J. and Wagenaar, R. (2003), *Tuning Educational structures in Europe*, Informe final Fase 1. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Mankiw, N.G (2011), *Principles of economy*. 5th edition. South-Western Cengage Learning
- Tversky, A. and Kahneman, D. (1974). *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Science 185 (1974) 1124.
- Velazquez, L.; Atenas, B. and Castro-Palacio, J.C. (2022), *Quantitative methods to determine the student workload I: Empirical study based on digital platforms*, DOI: 10.13140/RG.2.2.32546.91844.
- Zipf, G.K. (1949), *Human Behavior and the Principle of Least Effort*, Addison-Wesley Press Inc., Cambridge.

Colaboración entre PAS y PDI para el desarrollo de competencias genéricas: primeros resultados y lecciones aprendidas

M^a del Carmen Doblas Navarro^a, Ana M^a Cáceres Cansino^b, Fernando Heredia-Sánchez^c, Juan P. Peña Martín^d, Carmen García Berdonés^e y Davinia Trujillo Aguilera^f

^aServicio de Relaciones Internacionales – Universidad de Málaga (mcdoblas@uma.es), ^bServicio de Empleabilidad y Emprendimiento – Universidad de Málaga (anacaceresc@uma.es), ^cBiblioteca, Servicios al Usuario – Universidad de Málaga (fernando@uma.es), Dpto. Tecnología Electrónica – Universidad de Málaga (^djppena@uma.es ^eberdones@uma.es, ^ffdtrujillo@uma.es).

Abstract

This article presents a project, proposed by a team of PDI and PAS from the University of Malaga, to make some improvements in the development of generic competencies in engineering degrees. To assess its feasibility, the team began by proposing a pilot experience focused on a limited set of competencies and on a reduced academic context. The pilot experience, its results and the challenges for future expansion are also discussed here.

Keywords: Engineering, Generic competences, Effective Communication, Information Management, Time Management.

Resumen

Este artículo presenta un proyecto, propuesto por un equipo de PDI y PAS de la Universidad de Málaga, para realizar algunas mejoras en el desarrollo de competencias genéricas en los grados de ingeniería. Para evaluar su viabilidad, el equipo comenzó planteando una experiencia piloto enfocada sobre un conjunto limitado de competencias y sobre un contexto académico reducido. La experiencia piloto, sus resultados y los retos para una futura ampliación se discuten también aquí.

Palabras clave: Ingeniería, Competencias genéricas, Comunicación efectiva, Gestión de la información, Gestión del tiempo.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Las órdenes CIN, reguladoras de los títulos con atribuciones profesionales, recogen, a veces de forma muy imprecisa, tanto las competencias específicas (CE) como las competencias genéricas (CG) que el egresado debe adquirir a lo largo de su etapa universitaria. Con estas guías, en su momento, se debió transitar de los antiguos planes de estudios, basados en descriptores de materias que debía impartir el profesorado, a los nuevos planes, basados en las competencias que el alumnado debe adquirir. Pese a su estrecha relación con los antiguos

temarios, este tránsito ya fue complicado para las CE, y se reveló aún más difícil para las CG, que no contaban con ningún modelo previo para su desarrollo o su evaluación.

Desde muy temprano se propusieron tres vías para el desarrollo de las CG (Drummond et al., 1998): mediante el desarrollo de prácticas en empresa, mediante módulos de formación extracurriculares y mediante la integración en las asignaturas. Esta última vía integrada, que ha sido ampliamente usada por las universidades, propone que en las asignaturas se planteen escenarios ligados con sus CE para practicar con las CG. Pero algunos autores han propuesto incorporar otras actividades ya que entienden que, con el uso exclusivo de escenarios de práctica, se corre el riesgo de minimizar la importancia de la adquisición de la CG frente a la CE, pudiendo dar lugar a que el alumnado no sepa ponerla en juego de forma independiente cuando lo requieran futuros contextos personales o profesionales (Campbell & Chadha, 2019; Mello & Wattret, 2021). Así, Campbell & Chadha (2019) añaden módulos de formación específica de la CG previos a su uso en la asignatura y Mello & Wattret (2021) incluyen actividades de reflexión, exclusivamente sobre la CG, para ayudar al alumnado a poner el foco en ella. Ambas propuestas, que refuerzan el proceso de aprendizaje, están en línea con Hoffmann et al. (2010) que advirtieron del peligro de evaluar cualquier tipo de competencia ignorando el proceso y poniendo exclusivamente el foco en el producto, como obligan los objetivos de aprendizaje. De hecho, autores como Morales Vallejo (2008) proponen usar como evaluación solo el seguimiento del proceso por parte del alumnado, especialmente para CG que, como el trabajo en grupo, son complejas y tienen una fuerte componente actitudinal.

En el contexto del presente trabajo, los grados de Ingeniería de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación (ETSIT) de la Universidad de Málaga (UMA), las CG se abordan con el modelo integrado que se limita a plantear escenarios para la práctica. Además, trabajos previos en este contexto indican que no existe un itinerario a lo largo del grado que permita su adquisición gradual, que rara vez se evalúan (García-Berdónes, Peña-Martín, et al., 2017) y que el profesorado, en parte por no sentirse capacitado para formar y evaluar las CG, muestra reticencias a incorporarlas en su docencia (García-Berdónes, Trujillo-Aguilera, et al., 2017).

El equipo UMA Innovators, firmantes del presente artículo, se forma durante la realización del curso “La Era del Innovador: Innovando en la UMA desde las personas”, organizado en 2021 por el Vicerrectorado de Innovación Social y Emprendimiento (VISE) de la UMA. En este curso, se dan cita miembros del PAS y del PDI de la institución para trabajar de forma colaborativa en el diseño y desarrollo de proyectos innovadores para la UMA. Durante la realización del curso, el equipo detecta las carencias en el desarrollo de las CG recién expuestas y plantea un proyecto de innovación con el objetivo general de mejorar dicha docencia, enfocándolo sobre los siguientes objetivos específicos:

- O1. Ampliar el modelo integrado actual, retrayendo un tiempo de cada asignatura para impartir complementos formativos (CF) relacionados con la CG que corresponda y llevando luego la aplicación práctica de ese aprendizaje a actividades diseñadas para el desarrollo de las CE de la asignatura (ActCG).
- O2. Compensar las limitaciones de formación del PDI en CG ampliando el equipo docente de los grados de la ETSIT con PAS, cuya experiencia en CG le permita encargarse de los CF.
- O3. Ampliar el modelo integrado actual, añadiendo a los CF de las CG una actividad reflexiva sobre el proceso de formación.

- O4. Reservar un porcentaje de la nota de la asignatura para evaluar el producto, el proceso o ambos, de la formación en la CG.
- O5. Integrar cada una de las CG en más de una asignatura del mismo grado, con niveles ascendentes en el grado de adquisición de la CG, creando así un itinerario competencial.

Como se puede ver es un proyecto novedoso, en tanto que extiende al PAS la responsabilidad de formar al alumnado, pero también arriesgado, entre otras cosas porque soporta su éxito en la colaboración del PDI de los cinco grados de ingeniería de la ETSIT. De ahí que el equipo planteara comenzar con una experiencia piloto enfocada solo en un conjunto de CG en un solo curso (3º) de solo uno de los grados, el Grado de Ingeniería de Sistemas Electrónicos (GISE).

El presente artículo describe la experiencia en este contexto reducido: la metodología seguida para alcanzar los objetivos, los resultados obtenidos en el primer semestre, las lecciones aprendidas de cara al segundo (en curso en el momento de escribir este artículo) y los principales retos para llevar a cabo una futura ampliación a todos los grados de la ETSIT.

METODOLOGÍA

2.1. El equipo de trabajo y la elección del curso, del grado y de las CG a desarrollar.

El equipo UMA Innovators está compuesto por tres miembros del PDI y tres miembros del PAS y, como se ha mencionado, se forma con un objetivo mucho más general que el del proyecto que finalmente se aborda. De ahí que la idiosincrasia de cada uno de sus miembros fuera el factor determinante, tanto en la elección del escenario de proyecto piloto: 3º curso del GISE (dos de los PDI tienen asignada docencia en él), como en la elección de las tres CG a desarrollar (aquellas más cercanas a las labores de los PAS del equipo):

- CG1: Comunicación efectiva de forma oral y escrita.
- CG2: Aprendizaje autónomo y manejo de la información y la documentación.
- CG3. Planificación y gestión del tiempo.

2.2. Mapeo de las CG en las asignaturas y elección de los parámetros de diseño.

Una vez escogidas las CG y el escenario, UMA Innovators preparó una propuesta general en la que se concretaron alguno de los parámetros del diseño: para cada asignatura se solicitará un máximo de 2 horas de su tiempo para la realización de los CF de la CG (Objetivo 1) y alrededor de un 5% de su nota para la evaluación de la CG (Objetivo 4). La propuesta se presentó para su discusión en una reunión con el profesorado de las asignaturas de 3º curso del GISE en la que, además, se pidió su colaboración: debían escoger al menos una de las tres CG para desarrollar en su asignatura, aquella para las que pudieran proponer ActCG (escenarios para practicar la CG), y debían contribuir a la evaluación del proyecto, reportando el seguimiento de estas actividades por parte del alumnado.

La mayoría del profesorado se mostró muy interesado en el proyecto en general y en las CG en particular, y también se mostró conforme con el nivel de colaboración requerido. Todo ello permitió a UMA Innovators, tras esta reunión inicial, mapear las CG en nueve de las diez asignaturas del curso (Tabla 1), de forma que cada CG sea asignada a, al menos, una asignatura de cada semestre, asegurando así que la CG pueda ser desarrollada de forma incremental, es decir, con un itinerario competencial (Objetivo 5).

Tabla 1 Mapeo de las CG en las asignaturas de 3er curso del GISE participantes en el proyecto piloto

CG	ASIGNATURAS PRIMER/SEGUNDO SEMESTRE
1 (escrita)	Tecnología y Diseño Microelectrónico I / Tecnología y Diseño Microelectrónico II
1 (oral)	Programación Concurrente / Electrónica de Potencia y Circuitos de control
2	Sistemas basados en Microproc. / Instrumentación Electrónica I y Sistemas Empotrados
3	Diseño Digital Avanzado/ Ingeniería de Productos Electrónicos

2.3. Complementos formativos y actividad para la reflexión del proceso formativo.

UMA Innovators diseñó los CF para cada CG (Objetivo 2) con dos requisitos básicos: la progresión en contenidos que tendrá cada complemento al cambiar de semestre (Objetivo 5) y el máximo tiempo pactado con el profesorado a detraer de la asignatura. Así diseñados y con formato seminario-taller, los CF serán mayoritariamente impartidos por los PAS del equipo o por personal de su mismo servicio; solo en la CG3, que en los grados de ingeniería tiene un componente de CE, intervendrán también los PDI del equipo. Por otro lado, se decidió ensayar dos tipos de actividades para promover la reflexión sobre el proceso de aprendizaje de la CG (Objetivo 3). Así, en el primer semestre, se planea administrar al alumnado cuestionarios de autopercepción del nivel de dominio (CAD) de la CG antes y después del CF. Los CAD se han diseñado ad hoc para CG1 y CG2, mientras en CG3 se ha usado un cuestionario recogido de la literatura (García-Ros & Pérez-González, 2012). A modo de ejemplo, se muestra en la Figura 1 el temario del CF básico de la CG2, junto con una parte del CAD diseñado (cada ítem se evalúa con una escala Likert -1: Nunca, 2: Rara vez, 3: Algunas veces, 4: Casi siempre, 5: Siempre-).

1. Introducción a las búsquedas bibliográficas. Búsqueda eficaz de la información científico-técnica
2. Descubriendo los recursos de la Biblioteca. Jábega como servicio de descubrimiento.
3. Bases de datos de libros y artículos españoles. ÍnDICES CSIC y Dialnet.

Cuando tecleo para buscar información lo hago en:

- Un buscador general de Internet, como Google.
- Un buscador académico como Google Scholar.
- Jábega, servicio de búsqueda de la Biblioteca de la UMA.
- Las Guías temáticas de la Biblioteca.
- Bases de datos internacionales como Web of Science y Scopus.
- Repositorios y recursos especializados como ArXiv, Access Engineering, IEEE

Antes de teclear una búsqueda de información:

- Defino conceptos e ideas y hago una lista de palabras clave para la búsqueda.
- Decido los años de publicación e idiomas de la información que preciso.
- Pienso qué tipo de documentos necesito (artículos, libros, videos, tesis, proyectos...).
- Reflexiono sobre en qué fuentes buscaré la información (bases de datos, catálogos, buscadores de internet, etc.).

Figura 1 CF básico para CG2: temario y cuestionario de autopercepción de dominio (reproducido parcialmente)

Para el segundo semestre y para cada CG, se planeó realizar una actividad de corte cualitativo: grupos de discusión con el alumnado centrados en la importancia que otorgan a la CG y en el grado en que esta experiencia piloto ha servido para formarles en la CG.

RESULTADOS

Todos los CF y los CAD iniciales se realizaron siguiendo lo planificado. Todo el profesorado de las asignaturas implicadas asistió a los primeros y revisó los segundos, mostrándose muy satisfecho e incluso, para las CG1 y CG2, reclamando extender el tiempo dedicado a los CF en futuros cursos, por el interés que, en su opinión, tienen para el alumnado. La mayor parte de los docentes de las asignaturas propusieron ActCG y realizaron la evaluación de la CG, formativa y sumativa; para ello, en CG1 se usó el dominio de la CG que reflejaban las entregas asociadas a las ActCG, mientras que en CG3 se usó el grado de seguimiento del alumnado del proceso formativo. Pero el proceso no estuvo exento de problemas, que resumimos en lo que

sigue y que se pueden extraer, en gran medida, del índice de participación del alumnado en las diferentes actividades, mostrado en la Tabla 2.

Tabla 2 Grado de participación del alumnado en las actividades propuestas en el primer semestre

ACTIVIDADES	CG 1 Escrita	CG 1 Oral	CG2	CG3
CAD inicial	33%	47%	48%	95%
CF (Taller-seminario)	33%	47%	48%	69%
ActCG 1	67%	25%	-	77%
ActCG 2	67%	-	-	62%
ActCG 3	54%	-	-	51%
ActCG 4	-	-	-	21%
CAD final	21%	16%		44%

Como se puede ver en la Tabla 2, la CG2 no se ha desarrollado con el modelo integrado. Ninguna de las actividades que normalmente se planifican para la asignatura era fácilmente modificable para ser escenario de práctica de la CG y, por tanto, había que incluir una ActCG extra totalmente nueva para la que, finalmente, el profesorado de la asignatura se quedó sin tiempo para realizar. En el otro extremo, para la CG3 se plantearon ActCG que, aunque sí ayudaban a gestionar la realización de las actividades relacionadas con sus CE, no tenían relación directa con ellas. Entendemos que en ambos casos hubo un fallo en la etapa de diseño: no se discutió exhaustivamente con el profesorado las ActCG concretas a realizar. También para la CG1 (escrita) se observa en la Tabla 2 una situación indeseada: el porcentaje de alumnado que realiza las ActCG es más alto que el que asiste al CF; esto es, una parte importante del alumnado no se ha apoyado en lo aprendido en el CF. Entendemos que la baja asistencia al CF se debió a que no se anunció con suficiente antelación ni se tuvo en cuenta dicha asistencia para la evaluación de la CG. Para los tres fallos descritos se han tomado las actuaciones correctivas correspondientes en el diseño del segundo semestre.

También en la Tabla 2 se puede ver que, para todas las CG, la participación del alumnado va disminuyendo según transcurre el semestre, llegando a ser particularmente baja para la CG1. Entendemos que este fenómeno se puede explicar por la carga de trabajo que, normalmente, acumula el alumnado según transcurre el semestre y que parece que, en este caso, le lleva a priorizar otras actividades frente a las aquí propuestas, por el bajo peso en la nota de la asignatura (5%) que se le otorga a las mismas. Este hecho está en línea con los comentarios del profesorado del primer semestre, que advierte una cierta sobrecarga en el alumnado. La imprescindible opinión del alumnado se obtendrá en los grupos focales planeados para el segundo semestre, aunque en conversaciones informales se ha visto que, aunque muestran mucho interés en los CF, también mencionan la sobrecarga. Para el segundo semestre, no se vio factible pedir al profesorado que aumentara el porcentaje de la nota reservado a su CG, pero sí se le solicitó que reflexionara detenidamente sobre la carga extra que podía suponer para el alumnado las ActCG y, de existir una sobrecarga, que se planteara renunciar a parte de la carga relacionada exclusivamente con las CE. Tal vez, este novedoso balance de carga CG versus carga CE no se ha ajustado lo correctamente que debería en el primer semestre. Se debe indicar que el origen de la sobrecarga también puede ser el intento del proyecto piloto de desarrollar un conjunto excesivo de CG en un solo curso. En la futura ampliación a todo el grado se podrá distribuir el desarrollo de estas CG entre todos los cursos, lo que bajaría la carga, pero sin perder de vista que también hay que ampliar las CG a desarrollar.

CONCLUSIONES

Para todas las CG propuestas se han introducido CF y una actividad de apoyo a la reflexión y así, para las aquellas asignaturas que han propuesto ActCG, se ha logrado ampliar su actual modelo de desarrollo integrado. También se ha propuesto un diseño de tipo itinerario competencial de las tres CG y se han incluido parámetros para su evaluación. Por tanto, en el contexto del proyecto piloto, durante el primer semestre y como fruto de la colaboración de PDI y PAS, los objetivos propuestos se han cumplido, plenamente, para dos de las tres CG propuestas y parcialmente para la tercera. Confiamos en que las acciones correctivas, basadas en los problemas encontrados en el primer semestre, mejoren la experiencia en el segundo.

Si bien estos resultados nos animan a ampliar el ámbito del proyecto piloto al resto de cursos del grado y, después, a todos los grados de la ETSIT, somos conscientes de que habrá que afrontar retos no evidentes. Por un lado, se deberá continuar recabando la colaboración del profesorado de los grados y, por otro, se deberá ampliar el equipo actual con PAS y PDI que puedan aportar su conocimiento para el diseño de las nuevas CG a desarrollar. Este equipo multidisciplinar y, en principio, no asignado formalmente a la docencia en grado, deberá ser apoyado, esto es, reconocido su trabajo, desde instancias superiores de la UMA.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer el trabajo de adaptación de sus asignaturas a nuestras propuestas realizado por el PDI del 3^{er} curso del GISE, la ayuda prestada en el diseño e impartición de los CF por el PAS de la Biblioteca universitaria y del Servicio de Empleabilidad y Emprendimiento y el apoyo recibido por parte del VISE y de la ETSIT, de la UMA.

REFERENCIAS

- Campbell, J., & Chadha, D. (2019). Can We Bolt It On? Developing Students' Transferable Skills in Chemical Engineering. *2019 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Drummond, I., Nixon, I., & Wiltshire, J. (1998). Personal transferable skills in higher education: the problems of implementing good practice. *Quality Assurance in Education*, 6(1), 19–27.
- García-Berdónes, C., Peña-Martín, J. P., & Trujillo-Aguilera, F. D. (2017). Coordinación del profesorado para el desarrollo de competencias transversales en un grado de ingeniería electrónica: estrategia y resultados. *XXV Congreso de Innovación Educativa En Las Enseñanzas Técnicas*, 25 CUIEET., 1209–1218.
- García-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 F1322*. <https://doi.org/10.1145/3144826.3145371>
- García-Ros, R., & Pérez-González, F. (2012). Spanish version of the time management behavior questionnaire for university students. *The Spanish Journal of Psychology*, 15(3), 1485–1494.
- Hoffmann, M., Bargstädt, H.-J., Hampe, M., Heiss, H.-U., Müller, G., & Schmitt, H. (2010). Knowledge, skills, and competences: Descriptors for engineering education. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 639–645.
- Mello, L. V., & Wattret, G. (2021). Developing transferable skills through embedding reflection in the science curriculum. *Biophysical Reviews*, 13(6), 897–903. <https://doi.org/10.1007/s12551-021-00852-3>
- Morales Vallejo, P. (2008). Aprender a trabajar en equipo evaluando el proceso. In L. Prieto Navarro (Ed.), *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: estrategias para el profesorado* (pp. 133–149). Octaedro.

Diagnóstico y propuesta de mejora en las habilidades comunicativas (expresión oral y escrita) del alumnado de ingeniería

Vanessa García-Marina^a, Saioa Etxebarria^a, María José Arévalo^c, María Asun Cantera^a, Marian Alves-Castro^b, Sergio Monforte^d, Patxi García de Amezaga^a y Joseba Mirena Ortiz de Villalba^a

^a Department of Mechanical Engineering, University of the Basque Country, Faculty of Engineering of Vitoria, Nieves Cano 12, 01006, Vitoria-Gasteiz, Spain.

vanessa.garcia@ehu.eus; saioa.etxebarriab@ehu.eus; asun.cantera@ehu.eus;

patxi.garciadeamezaga@ehu.eus; josebamirena.ortizdevillalba@ehu.eus.

^b Department of English and German Philology and Translation and Interpretation, Faculty of Arts, University of the Basque Country UPV/EHU, 01006 Vitoria-Gasteiz, Spain. marian.alves@ehu.eus.

^c Department of Philology and History, Faculty of Arts, University of the Basque Country UPV/EHU, 01006 Vitoria-Gasteiz, Spain. mariajose.arevalo@ehu.eus.

^d Department of Basque Language and Communication, Faculty of Science and Technology, University of the Basque Country UPV/EHU, 48940 Leioa, Spain. sergio.monforte@ehu.eus.

Abstract

The purpose of this study is to diagnose, analyze and intervene on the written and oral communicative abilities of STEM students of the mechanical engineering degree of the Faculty of Engineering of Vitoria following the IKD i³ methodology of our university consisting on applying research and sustainability to the learning. To do so, we will take as sample the students of the subject Machine Design of 3rd year and extrapolate results to other STEM degrees.

Keywords: written communication, oral communication, STEM, diagnosis, rubric, error analysis, teaching intervention, challenge based learning, SDG.

Resumen

La finalidad de este estudio es diagnosticar, analizar e intervenir sobre las habilidades comunicativas escritas y orales del alumnado STEM del grado de ingeniería mecánica de la escuela de ingeniería de Vitoria-Gasteiz siguiendo la metodología IKD i³ propia que consiste en aplicar investigación y sostenibilidad en el aprendizaje. Para ello, se pretende tomar como muestra al alumnado de la asignatura Diseño de Máquinas de 3^{er} curso y extrapolar los resultados a otros grados STEM.

Palabras clave: comunicación escrita, comunicación oral, STEM, diagnóstico, rúbrica, análisis de errores, intervención didáctica, aprendizaje basado en retos, ODS.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los autores de este artículo participan en un proyecto de innovación educativa denominado CoMuSTEM impulsado por el SAE (Servicio Asesoramiento Educativo) dentro de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). El objetivo de este proyecto es doble: por un lado, se pretende realizar un diagnóstico preciso de las habilidades comunicativas (orales y escritas) de los alumnos de Ingeniería; por otro lado, se implementará una intervención de mejora en el aula.

El corpus del análisis estará configurado por los trabajos orales y escritos. Para la comunicación escrita, se tomará como referencia los ejercicios elaborados de forma colectiva e individual. Asimismo, se analizarán los trabajos escritos desarrollados de forma colaborativa sobre un elemento de máquina, temática que corresponde a la asignatura cursada. La comunicación oral se estudiará basándose en la breve exposición oral de los mencionados trabajos escritos.

Dado que la UPV/EHU apuesta por el multilingüismo, nuestro estudio y proyecto didáctico se centrarán en las tres lenguas en las que se imparte la asignatura objeto del análisis: euskera, castellano e inglés.

El objetivo final de este proyecto es crear e implementar un itinerario docente en el que se afiancen las estrategias de comunicación basadas en la metodología IKD i³ que ayuden al alumnado a mejorar en sus habilidades comunicativas, desarrollando su autonomía y a la vez seguridad en sí mismos. De ese modo se trabajará sobre el ODS 4 (Educación de calidad) al desarrollar una comunicación multilingüe en entornos tecnológicos desarrollados y complejos.

La aplicación del modelo IKD i³ se materializará en metodologías activas (Ramirez-Mendoza, 2018) como el Project Based Learning (Aprendizaje Basado en Proyectos) (Torres Gordillo , 2010), o el Challenge Based Learning (Aprendizaje Basado en Retos) (Membrillo-Hernández et al., 2021), fomentando la profundización en competencias transversales como la innovación y el emprendizaje y permitiendo al alumnado, ahondar en la bibliografía de los trabajos o indagar en nuevas técnicas para aplicarlas en proyectos. De esta manera se desarrollará el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructuras) al evidenciar una estrecha relación entre el diseño de maquinaria y las transformaciones industriales y estructurales; y el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) al considerar aspectos medioambientales asociados a la fabricación y al desarrollo de nuevos productos y servicios.

Asimismo, al seguir una metodología de aprendizaje más autónoma, se acostumbrarán también a desarrollar un pensamiento más crítico con los contenidos aprendidos, y serán capaces de discernir lo más importante para su futuro profesional, mejorando en el ODS 7 (energía asequible y no contaminante) al desarrollar soluciones tecnológicas en el diseño de máquinas y componentes, y valorar el impacto ambiental de la implementación de estas soluciones.

Esto se relaciona directamente con un compromiso social, debido a que la labor de la ingeniería tiene su aplicación directa en la sociedad desarrollando productos o servicios que mejoran la calidad de esta. Así se fomentará entre el alumnado el ODS 8 (trabajo decente y

crecimiento económico) al pensar nuevas propuestas innovadoras que pueden originar propuestas empresariales de desarrollo.

Por último, a través de este proyecto, se implementará igualmente de forma directa y práctica la competencia de trabajo en equipo. Está prevista la elaboración de un trabajo grupal de (3-5 estudiantes) en el que cada uno de los miembros tendrá que desempeñar un rol concreto, siguiendo la metodología del PBL o del CBL.

Este proyecto es la continuación de una investigación previa que el equipo ya comenzó a elaborar en el curso académico 2019-2020, por lo que ya se cuenta con parte del material para el diagnóstico inicial y parte de este trabajo ha sido publicado en dos artículos (Cantera et al., 2021), (Arévalo et al., 2021).

METODOLOGÍA

En el proyecto CoMuSTEM i³ se trabajará con la asignatura de Diseño de Máquinas de 3^{er} curso del grado en ingeniería mecánica, para desarrollar diferentes competencias transversales orientadas a la consecución del compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Nuestro objetivo es desarrollar las habilidades comunicativas en castellano, euskera e inglés de los futuros graduados en ingeniería, puesto que son habilidades vitales para el correcto desarrollo de su carrera profesional (Conrad, 2017). La metodología que se implementará en este proyecto asumirá la orientación SoTL (Scholarship of Teaching and Learning) y se dividirá en el tiempo, de modo que durante el primer año (curso 2021-2022) se tomarán datos tanto escritos como orales provenientes de los ejercicios propuestos individuales, grupales y trabajo grupal en cada uno de los grupos de castellano, euskera e inglés. A estos datos se añadirán los ya obtenidos del curso académico anterior (curso 2020-2021) que formarán parte también del estudio. Incluso podría contarse con los datos del curso académico anterior (curso 2019-2020).

En una primera fase se realizará un diagnóstico de la situación actual real del alumnado en relación a las competencias objetivo enunciadas anteriormente, para la detección, clasificación y análisis de los errores cometidos en la expresión oral y escrita. Para el análisis de dichos trabajos, se desarrollará un diagnóstico en base a una rúbrica desarrollada por el equipo (Cantera et al., 2021), de forma que las conclusiones sean lo más objetivas posibles (Fox & Artemeva, 2017). Una vez recopilados los datos, se procederá a su estudio detallado en relación con las habilidades comunicativas de los y las estudiantes. Más en concreto, nuestro estudio se centrará en la detección de los errores cometidos tanto de tipología matemática, que, no olvidemos, supone la base de los estudios STEM, como aquellos que se refieren a aspectos más relacionados con la comunicación, como los errores lingüísticos, o de organización textual.

Este análisis se repetirá con los datos de los dos o tres cursos académicos mencionados (2019-2020, 2020-2021, 2021-2022), con la idea de que la muestra sea lo más amplia posible y no se limite al alumnado de un único curso académico, el cual podría presentar unas características particulares y esto reduciría la generalidad de las conclusiones que se podrían deducir de los resultados obtenidos.

En una segunda fase, una vez elaborado el diagnóstico y analizadas las propuestas de mejora, se llevará a cabo una intervención didáctica para la mejora específica de la competencia de comunicación tanto escrita como oral. Esta intervención se aplicará a los participantes de los siguientes años, empezando el curso (2022-2023), llevando así la fase de implementación al aula.

Para el diseño de las tareas correctoras se pueden considerar, por un lado, los errores de tipo matemático, que se pueden corregir en cierto grado con la lectura y comprensión de unos cursos Open Course Ware (OCW) propuestos en la asignatura.

El análisis de diagnóstico de los errores de tipo lingüístico, retórico y organizativo, se realizará por las y los docentes de la Facultad de Letras y de la de Ciencia y Tecnología, especialistas en el ámbito de la lingüística, y su colaboración resulta imprescindible en nuestro proyecto de mejora de la comunicación oral y escrita.

Tras el establecimiento del diagnóstico incidiendo en los puntos fuertes y débiles del alumnado, el profesorado especialista en filología establecerá unas pautas de mejora teniendo en cuenta las carencias comunicativas, si las hubiera, mostradas por los y las estudiantes. Estas pautas serán explicadas en el aula por los miembros del equipo, para facilitar su aceptación e incorporación.

Una vez implementadas las pautas de mejora en las habilidades comunicativas en el curso 2022-2023, se llevará a cabo un análisis cuantitativo de los datos recogidos (Corder, 1975), (Arévalo, 2021) para clasificar los errores hallados y tratarlos de forma más adecuada realizando un informe final con los resultados obtenidos.

Cabe destacar, que antes de comenzar con la toma de datos, cada año habrá que cumplir con los compromisos adquiridos ante el comité ético CEISH de la UPV/EHU, realizando un reclutamiento voluntario del alumnado de la asignatura. También se realizará una encuesta individual inicial para conocer la perspectiva del alumnado sobre la importancia de una buena y correcta comunicación oral y escrita, imprescindibles en su proyección profesional. Se pretende realizar un cuestionario inicial y otro final para conocer si su perspectiva cambia después del proceso de mejora. En este reclutamiento se procederá a crear códigos pseudoanónimos para aplicar en ambos cuestionarios y que no aparezca la identidad real de los individuos muestreados. Estos códigos también se aplicarán en los ejercicios y trabajos analizados con el fin de proteger el anonimato de las fuentes.

Tras el primer análisis y la intervención en el aula, se llevará a cabo un estudio estadístico que permitirá la cuantificación de los resultados obtenidos y el índice de mejora en las habilidades comunicativas de los estudiantes STEM.

Esta mejora en la comunicación oral y escrita, a pesar de desarrollarse en una asignatura concreta, es perfectamente extrapolable a cualquier otro grado o asignatura. Por lo tanto, el alumnado beneficiado no lo será únicamente de esta asignatura, sino que se esperan mejoras en todas las asignaturas del grado. Se cuenta con que esta intervención sea visible en la redacción y exposición oral del Trabajo Fin de Grado (TFG).

RESULTADOS

En la primera parte del proyecto, es decir la del diagnóstico, se utilizará la rúbrica desarrollada y publicada por este equipo en (Cantera et al., 2021). Con esta herramienta se trata de clasificar y cuantificar los errores acerca de la comunicación escrita de la forma más objetiva posible. Para los errores acerca de la comunicación oral, se pretende desarrollar otra herramienta igualmente funcional. Ambas rúbricas permitirán un diagnóstico objetivo y ecuánime de las competencias comunicativas de los alumnos, antes y después de la intervención.

Además de las rúbricas, se trabajará con encuestas, una al principio del proyecto y otra al final para hacer reflexionar a los y las estudiantes sobre sus habilidades comunicativas y recibir retroalimentación del alumnado sobre el proceso seguido. También se podrá contar con las encuestas sobre satisfacción de la asignatura.

Para la recogida de información, se hará en el aula correspondiente, una vez propuestos los ejercicios/trabajos y transcurrido el plazo de entrega, el alumnado entregará a su docente los desarrollos. Por otro lado, al final del curso se presentarán oralmente en clase los trabajos sobre elementos de máquinas y, en ese mismo instante, los docentes tomarán notas sobre las mismas, utilizando las rúbricas diseñadas con tal objeto.

En cuanto al procedimiento de análisis, se va a emplear el Análisis de Errores o Error Analysis (EA), tal y como se hizo también en una publicación previa del equipo (Arévalo, 2021) con el grupo de castellano del curso 2019-2020. Se emplearán asimismo herramientas estadísticas.

CONCLUSIONES

Es evidente que mientras el proyecto no concluya no se podrán obtener conclusiones certeras. Sin embargo, teniendo en cuenta que ya se ha realizado el diagnóstico y análisis de errores del primer curso académico analizado (2019-20), se prevén resultados similares relativos a la tipología de los errores cometidos tanto en el ámbito lingüístico, retórico como matemático en el grupo de castellano, el cual es lengua materna del alumnado participante.

Con el grupo de euskera ocurrirá lo mismo, es decir, es también lengua materna pero debido a que la lengua es completamente diferente al castellano, los errores previstos serán de otro tipo. No obstante, los errores de tipología matemática se espera sean similares en ambas lenguas.

En cuanto al grupo de inglés, la casuística es totalmente diferente. En este caso, el alumnado participante es mezcla de diferentes orígenes ya que algunos alumnos son de la propia universidad pero aproximadamente el 40% provienen de diferentes universidades europeas. Siendo así, ningún/a alumno/a tiene el inglés como lengua materna y puede generalizarse los errores que vayan a cometer a un mismo colectivo. Al igual que en los grupos mencionados anteriormente, se auguran errores de tipo matemático de índole similar, a pesar de que el alumnado extranjero pudiera realizar errores matemáticos diferentes debido a su distinta metodología o proceso de aprendizaje previo a este estudio. Los errores matemáticos están más relacionados con lo que han aprendido en años anteriores y con lo que han afianzado

como procedimiento de resolución de los problemas de ingeniería. Es decir, qué explican y cómo lo explican.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo quisieran agradecer al servicio de Asesoramiento Educativo de la Universidad del País Vasco UPV/EHU la financiación correspondiente a través del proyecto i3kd22-08 dentro de la 3ª convocatoria de proyectos de innovación i³ kd Laborategia.

REFERENCIAS

- Ramirez-Mendoza R. A. et al. (2018). Towards a disruptive active learning engineering education. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 1251-1258. doi:10.1109/EDUCON.2018.8363373
- Torres Gordillo, J.J. (2010). Construcción del conocimiento en educación superior a través del aprendizaje por proyectos. REOP, vol 21, n 1, 137-142.
- Membrillo-Hernández, J., de Jesús Ramírez-Cadena, M., Ramírez-Medrano, A., García-Castelán, R. M., & García-García, R. (2021). Implementation of the challenge-based learning approach in Academic Engineering Programs. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), vol 15, n 2, 287-298. <https://doi.org/10.1007/s12008-021-00755-3>
- Cantera, M. A., Arevalo, M. J., García-Marina, V., & Alves-Castro, M. (2021). A rubric to assess and improve technical writing in undergraduate engineering courses. Education Sciences, 11(4), 146. <https://doi.org/10.3390/educsci11040146>
- Arévalo, M. J., Cantera, M. A., García-Marina, V., & Alves-Castro, M. (2021). Analysis of University STEM Students' Mathematical, Linguistic, Rhetorical–Organizational Assignment Errors. Education Sciences, 11(4), 173. <https://doi.org/10.3390/educsci11040173>
- Conrad, S. (2017). A comparison of practitioner and student writing in civil engineering. Journal of Engineering Education, 106(2), 191-217. <https://doi.org/10.1002/jee.20161>
- Fox, J., & Artemeva, N. (2017). From diagnosis toward academic support: Developing a disciplinary, ESP-based writing task and rubric to identify the needs of entering undergraduate engineering students. Esp Today, 5(2), 148-171. <https://doi.org/10.18485/esptoday.2017.5.2.2>
- Corder, S. P. (1975). Error analysis, interlanguage and second language acquisition. Language teaching, 8(4), 201-218. <https://doi.org/10.1017/S0261444800002822>

Investigación en el Diseño de información de Paisajes Patrimoniales. Talleres y tutorías grupales para el desarrollo de Trabajos Fin de Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Nieves Fernández Villalobos^a, Sagrario Fernández Raga^b y Carlos Rodríguez Fernández^c

^a Dpto. Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, nfvillalobos@uva.es (corresponding autor); ^b Dpto. Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Valladolid, s.f.raga@arqu.uva.es; ^c Dpto. Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Valladolid, carlos.rodriguez.fernandez@uva.es.

Abstract

The paper presents a teaching innovation activity developed in the last year of the Engineering Degree in Industrial Design and Product Development at the University of Valladolid, focused on the completion of Final Degree Projects. Instead of being carried out through individual tutorials, as usual in this type of work, the projects are developed within a research group, through field work and workshops for discussion, supervision, and verification.

Keywords: research, design, information, heritage landscapes, inclusive design, accessibility, Final Degree Project, workshops, tutorship.

Resumen

En el artículo se presenta una actividad de innovación docente desarrollada en el último curso del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Universidad de Valladolid, enfocada a la realización de Trabajos Fin de Grado. En vez de llevarse a cabo mediante tutorías individualizadas, como acostumbra a hacerse, los proyectos se desarrollan en el seno de un grupo de investigación, mediante trabajos de campo y talleres grupales de debate, supervisión y comprobación.

Palabras clave: investigación, diseño, información, paisajes patrimoniales, diseño inclusivo, accesibilidad, Trabajo Fin de Grado, talleres, tutorías.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los autores de este escrito pertenecen al Laboratorio de Paisaje Arquitectónico, Patrimonial y Cultural (LAB/PAP), Grupo de Investigación de la Universidad de Valladolid dirigido por Darío Álvarez y Miguel Ángel de la Iglesia, que trabaja en la investigación y desarrollo de proyectos arquitectónicos en paisajes patrimoniales. Los tres profesores son arquitectos y parte de su

docencia la imparten en el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto (GIDlyDP) de la Universidad de Valladolid (Uva). A lo largo de varios años han dirigido individualmente numerosos Trabajos Fin de Grado (TFGs) sobre temas muy diversos, mediante el procedimiento habitual de tutorías individuales. En el curso 2017-2018, se consideró que para algunos alumnos del GIDlyDP podía resultar enriquecedor realizar sus TFGs asociados a una línea de investigación que se estaba desarrollando dentro del LABPAP: el diseño de información en los paisajes patrimoniales.

El término “paisaje patrimonial” se utiliza para definir aquel conjunto de elementos, naturales o artificiales, que se articulan en torno a restos materiales valiosos con un cierto grado de visibilidad, componiendo un conjunto de memorias superpuestas a lo largo del tiempo, como en un magnífico palimpsesto. Constituyen sistemas importantes para entender la evolución cultural del territorio, pero son de difícil interpretación, incluso para personas próximas a la materia (Fernández, Fernández y Rodríguez, 2021). Lo deseable es que cualquier ciudadano, independientemente de su edad y limitaciones, pueda conocer y disfrutar de estos lugares, de las interpretaciones de los restos materiales realizadas por especialistas y de sus valores paisajísticos. En este sentido, el diseño de información puede jugar un papel esencial para el disfrute y conocimiento del paisaje patrimonial. Aunque a menudo estos espacios cuentan con señalización e incluso con centros de interpretación de carácter didáctico, no siempre la información ha sido realizada de forma integrada a la actuación arquitectónica, ni contando con los parámetros del diseño inclusivo. La aproximación entre Accesibilidad y Patrimonio requiere de una percepción sensible del entorno y de la persona en sus diversas situaciones, y encontrar el equilibrio entre ambos no resulta sencillo (Fernández y Puyuelo, 2018). Es importante realizar un esfuerzo coordinado y multidisciplinar para abordar los proyectos desde esta perspectiva, de manera que el diseño de información debe trabajarse coordinadamente con la arquitectura y el paisaje, en su definición de espacios, itinerarios y flujos, y con la logística de servicios, en su creación de redes y determinación de puntos de información y gestión (Moreno, 2011). Por ese motivo, se decide tomar como eje conductor de los diferentes TFGs el Diseño de Información en paisajes patrimoniales siguiendo los parámetros del diseño inclusivo, trabajando de forma grupal, al menos en las fases iniciales, para provocar el debate y un cierto carácter multidisciplinar. De esta manera, se persiguen los siguientes objetivos: inculcar en los estudiantes los valores del diseño inclusivo, mostrar diferentes formas de aplicar el diseño inclusivo en el diseño de información de paisajes patrimoniales, posibilitar el desarrollo de TFGs en un entorno real, y trabajar de forma grupal, fomentando el conocimiento compartido y el intercambio de ideas, y generando ocasiones para testar las soluciones que se van generando.

METODOLOGÍA

2.1. Clases teóricas. Estudio de casos y análisis de experiencias

En las primeras sesiones se imparten algunas clases teóricas, donde se muestran algunos casos de proyectos en paisajes patrimoniales en los que se haya prestado cierta atención al diseño inclusivo. Se analizan los aciertos y errores de las soluciones adoptadas y se invita a reflexionar en voz alta sobre otros ejemplos. Posteriormente se invita a realizar una primera investigación siguiendo esa vía, que en sucesivas sesiones pueden compartir dentro del grupo.

De forma paralela, cuando se determina un lugar común para el desarrollo de los TFGs, se intenta partir de un lugar patrimonial en el que el LAB/PAP haya desarrollado ya investigaciones y actuaciones previas, de manera que se pueda explicar y ofrecer información básica sobre los trabajos desarrollados por los arquitectos en colaboración con los arqueólogos de los yacimientos. En estas clases, se subraya la dificultad de hacer comprender un paisaje arqueológico, en términos generales, a cualquier persona ajena en la materia, incluso a alguien formado en ella, ya que generalmente quedan solo algunos restos y no se dispone de datos completos ni certezas, hay zonas sin excavar, y las afirmaciones a menudo se basan en hipótesis. Se cuenta, por tanto, con información viva, que va modificándose y ampliándose a medida que se va disponiendo de más datos.



Figura 1. Impartición de clases teóricas con la presentación de casos de estudio: (1) Estudio Zelig, Señalética para Pompeya, 1997. (2) Baelo Claudia, Cádiz. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Señalización descriptiva incluida en la delimitación del área portuaria. (Fotografía: Jesús Granada 2014) (3, 4) Inclusive Studio: Parque Natural del Señorío de Bertiz, Oronoz, Navarra, 2007 (5) Firstdesign, Maqueta háptica para Brückenpark Müngsten, Solingen, Alemania, 2006.

2.2. Trabajo de Campo. Conocimiento directo del paisaje patrimonial

Tanto para el trabajo con los estudiantes como para el posterior desarrollo de sus proyectos, se promulga la idea de que la verdadera comprensión de un elemento patrimonial solo es posible a partir de la interpretación del entorno del que forma parte (Correa e Ibáñez, 2005). A pesar de que actualmente los medios digitales ofrecen muchas posibilidades para conocer los paisajes patrimoniales sin necesidad de visitarlos, es indiscutible que el conocimiento directo incrementa sustancialmente su comprensión y disfrute, ya que algunos valores como la escala, las proporciones o la materialidad constructiva son únicamente apreciables desde la experiencia in situ. Esta idea viene apoyada por el “aprendizaje situado” (Scribner, 1986), que indica que la interpretación de un bien patrimonial se produce de manera más eficaz en su contexto real, de manera que la visita comprensiva adquiere un singular valor social y cultural.

Con este concepto de base, en cuanto se tiene oportunidad, se lleva a los alumnos a conocer los lugares sobre los que van a desarrollar su proyecto TFG, tratando de propiciar la percepción multisensorial que se produce de forma natural a través de la visita: los olores, los sonidos, el viento, la apreciación háptica de los materiales, la consideración del tiempo, etc. Esta experimentación personal y sensorial, en la medida de lo posible, asegura la profundidad de la investigación y enriquece sus proyectos.

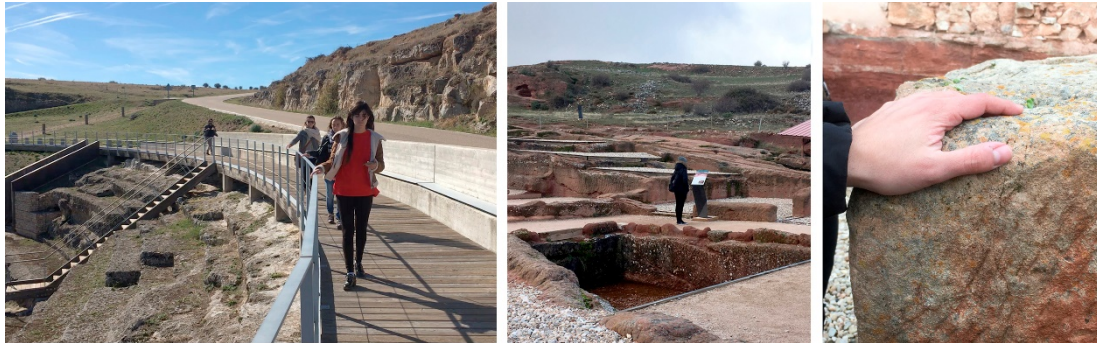


Figura 2. Visita de los alumnos al Yacimiento Romano de Clunia, Burgos, curso 2017-2018 y al Yacimiento Arqueológico de Tiermes, curso 2018-2019. Se invita a recorrer algunos fragmentos con los ojos cerrados, para potenciar la experiencia sensorial, apreciando de forma especial las cualidades hápticas de los materiales y la fuerza del viento en estos lugares.

2.3. Talleres grupales de debate, supervisión y comprobación

Los TFGs del GIDyDP se desarrollan habitualmente con uno o dos tutores que supervisan el proyecto de un alumno, orientando su trabajo a través de tutorías individuales. Sin embargo, uno de los aspectos más importantes para la consecución de los objetivos antes descritos, a nivel metodológico, es la sustitución de esas tutorías individuales por tutorías grupales y talleres de debate, supervisión y comprobación. Como tutoría se entiende la “Atención personalizada a los estudiantes; es decir, la relación personalizada de ayuda en la que un profesor-tutor atiende, facilita y orienta a uno o varios estudiantes en el proceso formativo”. Estas tutorías grupales, en las que intervienen varios alumnos (de 3 a 8 estudiantes aproximadamente, según el curso) y tres profesores, adquieren a menudo el carácter de pequeños seminarios o talleres, en los que se “construye el conocimiento a través de la interacción y la actividad” (De Miguel, 2005, p. 34). Se trata de sesiones monográficas supervisadas con participación compartida (profesores, estudiantes, expertos, etc.)

Estos pequeños seminarios podemos definirlos como talleres de debate, supervisión y comprobación. Las primeras sesiones se realizan para aproximar a los estudiantes al tema de trabajo, por lo que se desarrollan tras las clases teóricas y trabajo de campo, y a partir de la búsqueda por parte de los alumnos de ejemplos que analizar y posibles elementos de información a desarrollar. En ellas se propicia el debate entre todos para sentar las bases de los trabajos y posible briefing de cada proyecto. A medida que los alumnos van desarrollando su trabajo, se marcan unas sesiones periódicas en las que supervisar el trabajo entre todos, y compartir el aprendizaje. Los alumnos van realizando dibujos, maquetas de trabajo y prototipos 3D, en los que se va comprobando el adecuado cumplimiento de normativas y recomendaciones relacionadas con la accesibilidad y el diseño inclusivo. En la medida de lo

posible, en estas sesiones de comprobación, se testan las maquetas con usuarios dentro de un taller experimental realizado en colaboración con la ONCE, con 10 usuarios invidentes y con capacidad visual reducida, que permite sacar conclusiones relevantes para el conjunto de los trabajos, como por ejemplo, la conveniencia de usar TICs y elementos táctiles de forma complementaria, más dirigidos a la información efímera o permanente, respectivamente; la existencia del concepto de saturación táctil (no abusar del uso de texturas, allá donde pueda evitarse) en el caso de las maquetas o planos táctiles; la conveniencia de usar el relieve y no el rehundido en su diseño, etc.



Figura 3. Taller experimental realizado en la sede de la ONCE de Valladolid, para testar las maquetas y prototipos.

RESULTADOS

Con la metodología descrita se han desarrollado TFGs muy diversos centrados en distintos temas y problemas del diseño de información en los paisajes patrimoniales. Algunos introducen soluciones analógicas y otros digitales; varios proyectos plantean planos y maquetas hápticas como recurso de gran utilidad, no solo para personas invidentes o con visión reducida sino también para usuarios con dificultades cognitivas, facilitando su orientación y apreciación de la escala del lugar, y en definitiva de utilidad para todos; otros proyectos se centran en el diseño de elementos de información individualizada, como folletos hápticos, que posibilitan al usuario llevarlos cómodamente a lo largo de un recorrido; algunos proyectos se centran en la señalética del lugar, propiciando la fácil comprensión gráfica y escrita, trabajando con los parámetros de lectura fácil o el conocimiento multisensorial del lugar; otros recursos se diseñan bajo una perspectiva lúdica, de manera que pueda resultar atractivo su uso, especialmente a los más pequeños... En todos ellos se busca el máximo respecto por los restos materiales existentes, intentando ocasionar el menor impacto posible en el lugar. Los trabajos desarrollados con esta metodología han resultado de enorme interés para alumnos y profesores, y han obtenido excelentes resultados y muy buenas calificaciones.

Investigación en el Diseño de información de Paisajes Patrimoniales. Talleres y tutorías grupales para el desarrollo de TFGs en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.

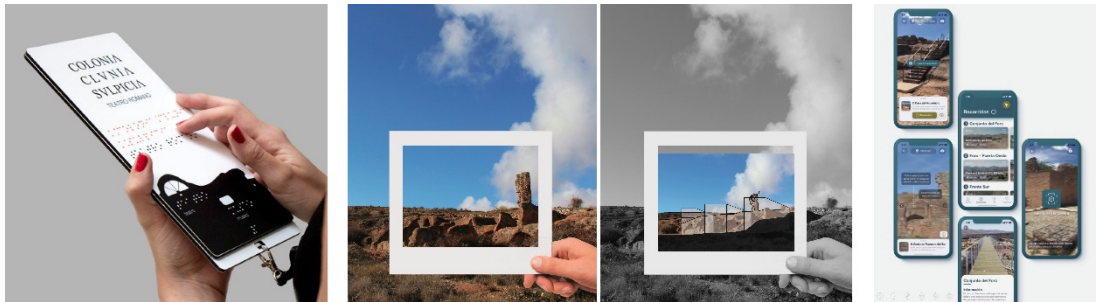


Figura 4. Algunos de los TFGs dirigidos por Nieves Fernández Villalobos, Carlos Rodríguez Fernández y Sagrario Fernández Raga en el seno del LAB/PAP: (1) *Clunia en tus manos. Tríptico para personas con discapacidad visual*. Alba Hernández Sánchez, 2017-2018; (2) *Ventanas al Pasado. Diseño de un folleto interpretativo del Yacimiento Arqueológico de Tiermes*. Laura Junco, 2018-2019. (3) *Realidad Aumentada móvil y Patrimonio Cultural. Aplicación de wayfinding para Tiermes*. Carlos Matilla, 2019-2020.

CONCLUSIONES

La posibilidad de desarrollar estos trabajos en el seno del grupo de investigación, sobre lugares reales y bajo una perspectiva social, y al amparo de un proyecto de investigación, posibilita que algunos de estos proyectos puedan llevarse a cabo en un futuro, lo que supone para los alumnos un verdadero aliciente y compromiso con su trabajo.

El desarrollo de los TFGs siguiendo esta metodología requiere de más esfuerzo y dedicación por parte de los profesores. Sin embargo, las actividades resultan verdaderamente fructíferas y gratificantes, ya que los alumnos por lo general consiguen realizar trabajos realistas e innovadores, y se despierta en ellos un verdadero interés por atender a la diversidad y dar respuesta a ello en sus trabajos futuros.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto de investigación: Accesibilidad y diseño inclusivo en paisajes patrimoniales. Análisis, estrategias de actuación y modelos de diseño de información. Ministerio de Ciencia e Innovación. Convocatoria 2020 de «Proyectos I+D+i» orientada a los restos de la Sociedad.

REFERENCIAS

- De Miguel, M. (dir.) (2005). *Modalidades de Enseñanza centradas en el Desarrollo de Competencias*. Universidad de Oviedo.
- Fernández, N., Fernández, S. y Rodríguez, C. (2021). Un enfoque inclusivo para el diseño de información en los paisajes patrimoniales. En Puyuelo, M. (ed.) *Diseño Inclusivo y Social* (pp. 25-37). Universitat Politècnica de València.
- Fernández, N. y Puyuelo, M. (2018). Perception and Wayfinding at Cultural Sites. *The International Journal of Visual Design*, 12 (4), 19-34.
- García, D. (2011). Diseño de sistemas de orientación espacial: wayfinding. *Accesibilidad Universal y Diseño para Todos. Arquitectura y Urbanismo* (pp. 36—56). Fundación Once, Fundación COAM.
- Puyuelo, M., Val, M., Merino, L. y Gual, J. (2017). Diseño inclusivo y accesibilidad a la cultura. Universitat Politècnica de València.
- Scribner, S. (1986). “Thinking in action: Some characteristics of practical thought”. En Sternberg, J. y Wagner, R. K. (eds.) *Practical intelligence: Nature and origins of competence in the everyday World* (pp. 13-30).

Game Based Learning: diseño de un juego colaborativo para la asignatura de Estética e Historia del Diseño

Nieves Fernández Villalobos^a, Silvia Cebrián Renedo^b y Sagrario Fernández Raga^c

^a Dpto. Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid, nfvillalobos@uva.es, ^{b,c} Dpto. Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Valladolid.

Abstract

A teaching innovation activity, developed in the subject Aesthetics and History of Design of the Degree in Engineering in Industrial Design and Product Development of the University of Valladolid, is presented. Collaborative Learning and Game Based Learning are used to create a card game among all that, linking different activities of the subject, can serve as a learning tool. The game allows its individual and group use, and it intends to be implemented in successive courses with new editions.

Keywords: design, game-based learning, cards, collaborative learning.

Resumen

Se presenta una actividad de innovación docente desarrollada en Estética e Historia del Diseño del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Universidad de Valladolid, en la que se emplea el Aprendizaje *Colaborativo* y *el Game Based Learning* para crear un juego de cartas que, enlazando diferentes actividades, pueda servir como herramienta de aprendizaje. El juego permite su uso individual y grupal, y pretende implementarse en sucesivos cursos con nuevas ediciones.

Palabras clave: diseño, aprendizaje basado en el juego, cartas, aprendizaje colaborativo.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La asignatura Estética e Historia del Diseño (EHD) se imparte en segundo curso del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto (GIDIDP). Pertenece a la materia Fundamentos de Diseño Industrial y, entre las asignaturas de ésta, destaca por tener más carga teórica: es una asignatura anual, de 9 ECTS, que trabaja contenidos de estética, cultura e historia del diseño. Transcurridos varios años de impartición de la asignatura, se percibe que los alumnos disfrutaban especialmente con las actividades prácticas y los seminarios, pero a menudo les supone un gran esfuerzo afianzar y relacionar los contenidos teóricos, por lo que se plantea el desarrollo de una actividad que emplee el Aprendizaje Colaborativo (AC) y el Game Based Learning (GBL) - o Aprendizaje basado en el Juego (ABJ)- para diseñar un juego que, enlazando las diferentes actividades presenciales de la asignatura, pueda servir como herramienta de aprendizaje.

El proyecto desarrollado se propone inculcar los valores del aprendizaje colaborativo en las distintas modalidades de enseñanza presenciales, a través de la creación de un objeto de aprendizaje diseñado por y para todos: un juego de cartas al que se ha denominado *Design in Time*. Con el juego creado se pretende introducir el GBL en la asignatura, como metodología activa que emplea el juego como herramienta de aprendizaje, con el fin de conseguir mejores resultados a la vez que se incrementa la motivación y participación de los estudiantes. Tanto en el proceso de generación del juego, como en su puesta en marcha, se busca promover el buen ambiente en el aula, alimentando una competitividad sana entre los grupos de trabajo, y empleando el juego no solo para afianzar contenidos de la materia, sino también como herramienta de socialización que permite poner en práctica competencias transversales.

METODOLOGÍA

2.1. El Aprendizaje basado en el Juego

El juego, empleado como método de enseñanza, es muy antiguo. A finales del siglo XIX se iniciaron los trabajos de investigación psicológica por parte de K. Groos, quien con su Teoría del Juego afirmaría que el juego es un ejercicio de preparación para la vida adulta, por contribuir a la formación y capacitación de habilidades que requerirá de mayor. A partir de los estudios efectuados por filósofos, psicólogos y pedagogos, han surgido diferentes teorías que han proporcionado diversas definiciones acerca del juego (Moreno, Lopez-Crespo, Moya, 2011, p. 543). Ha de destacarse el famoso ensayo que publicó en 1938 el neerlandés Johan Huizinga, *Homo ludens*, en el que situaba la génesis de la cultura en el juego. Desde entonces el juego se percibe como actividad esencial del ser humano y no como algo exclusivamente infantil (Fernández, 2019, p. 88). Si Huizinga tomaba el juego desde un punto de vista sistemático, el suizo Jean Piaget centraría el interés del juego en sus aspectos psicológicos, por constituir una de las manifestaciones más importantes del pensamiento infantil. El niño desarrolla nuevas estructuras mentales, a lo largo de sus distintas etapas evolutivas, a través del juego. Los famosos dones de Fröbel, de mediados del S. XIX, junto a la visión de 1961 de Charles Eames de “los juguetes y juegos como preludios de ideas serias” (Eames, 2001, p. 121), ha popularizado la creación y el uso de juegos por parte de diseñadores y arquitectos.

Indudablemente el juego posee un gran potencial motivacional y cada vez es más empleado con fines docentes. Tanto la metodología del GBL (o ABJ) como la Gamificación (o Ludificación) tienen su base en el juego. Pero mientras que el primero emplea específicamente el juego para el aprendizaje o evaluación de contenidos, el segundo utiliza la dinámica del juego en contextos no propiamente lúdicos, no implicando necesariamente el uso del juego como tal. En la actualidad, el uso generalizado de pizarras digitales y otros dispositivos en el aula está permitiendo explotar los beneficios que aportan los juegos en el aprendizaje, especialmente en las etapas de enseñanza infantil y primaria, y en la enseñanza secundaria obligatoria. La experiencia vivida durante el confinamiento, provocado por la pandemia del COVID 19, ha reforzado más su uso en esas etapas educativas. Pero como afirman B. Moreno, P. Lopez-Crespo y M. V. Moya (2011, p. 543), este tipo de herramientas educativas escasean en la educación universitaria, particularmente en las enseñanzas técnicas. La vuelta a la “normalidad”, por otra parte, hace deseable dejar de un lado parcialmente lo digital y propiciar la interacción directa entre las personas, por lo que en EHD se plantea, inicialmente, la conveniencia de desarrollar el juego en el aula y diseñarlo en formato analógico.

2.2. Creación del juego colaborativo

Para la actividad de la asignatura EHD se quiere emplear la metodología de GBL, pero no escogiendo un juego ya existente y adaptándolo a la asignatura, sino elaborando el juego entre todos de forma colaborativa. Así, se propone la creación de diferentes cartas por parte de cada alumno a lo largo de distintas actividades de la asignatura, seleccionando aquellas que estén mejor trabajadas para formar parte de la baraja final. Desde el inicio, se plantea la importancia de saber colocar cada diseño en su momento histórico, por lo que se comienza con la idea de crear entre los jugadores una Línea de Tiempo con las diferentes cartas. Así, colocando las cartas en una línea temporal, los estudiantes pueden establecer nexos entre los elementos mostrados de una forma dinámica y divertida.

Partiendo de este concepto como base para el diseño del juego, se recopilaron varios juegos de cartas existentes en el mercado, próximos al campo de la historia, el diseño o el arte, que resultan de interés para usuarios de un rango de edad similar al de los estudiantes. Los juegos han sido analizados de forma exhaustiva, tanto en el diseño de sus cartas como en las reglas y metodología que emplean para jugar. También se han analizado específicamente juegos de cartas de arquitectura, empleados como recursos para “iniciación, creatividad o experimentación avanzada” en la materia (Bravo de Laguna 2021), que puedan servir como modelo en la elaboración del juego propio, enfocado a la asignatura EHD.

De los juegos de naipes analizados, muchos son un rediseño de una baraja francesa, por lo que en ellos lo más relevante es la selección de obras que se incluye y su representación. Varios juegos de cartas establecen familias, por lo que el acento está puesto especialmente en la clasificación. Otros son juegos de memoria, incluyendo parejas de elementos repetidos o que se puedan asociar. House of Cards, diseñado por Charles y Ray Eames en 1952, es un atractivo objeto repleto de significados, que posibilita la construcción de estructuras tridimensionales gracias a las seis ranuras de los naipes (Fernández, 2019). Monumentos Fabulosos, de bioviva!, selecciona grandes obras realizadas a lo largo de la historia que se clasifican según distintos criterios, invitando a establecer comparaciones entre ellos. Por su intencionalidad didáctica, destaca el juego D´archis, creado por Ángela Ruiz, profesora de la Escuela de Arquitectura de Madrid, para que sus estudiantes de arquitectura y diseño estimulen su creatividad resolviendo distintos retos (Bravo de Laguna, 2021, p. 121).

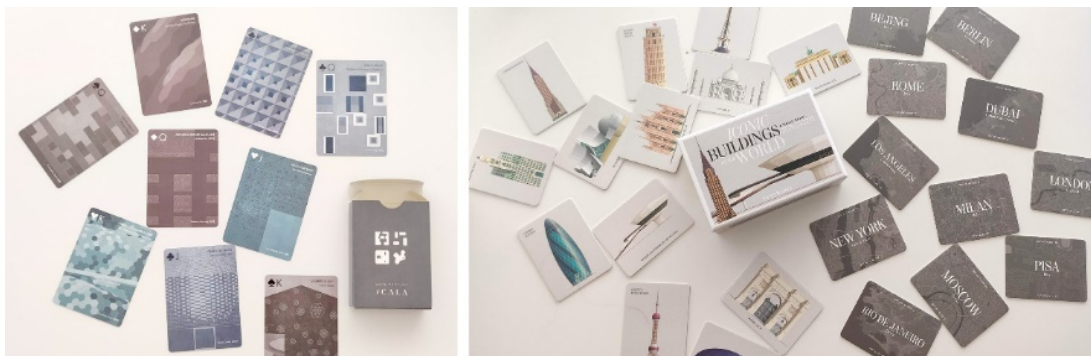


Figura 1. “Scala” de Arquitectura a Contrapelo, diseñado a modo de “catálogo subjetivo”, en el que cada palo de la baraja aglutina proyectos de escala similar, e Iconoc Buildings of the World, de Printworks, ilustrado por Fred Birchall, en el que se han de casar algunos edificios significativos con las ciudades en las que se sitúan (Fotografías: Nieves Fernández Villalobos)

Dado el objetivo inicial de crear cartas con objetos representativos de la historia del diseño, y que los alumnos sepan situarlos en el tiempo, se propone finalmente que Design in Time, se base en juegos de cartas como “Time line” de zygomatic, creado por Frédéric Henry, o “Play Big”, de Future Genius Juegos Educativos, por ser afines a este planteamiento, especialmente el primero.



Figura 2. “Time line” de Zygomatic, creado por Frédéric Henry, o “Play Big”, de Future Genius Juegos Educativos. (Fotografías: Nieves Fernández Villalobos)

A partir de este trabajo, se ha determinado cual es el mejor proceso para generación de naipes de forma colaborativa, concretando qué actividades de las prácticas y seminarios de EHD, permiten más fácilmente su generación.

Se considera que las cartas deben tener información visual del objeto que muestra en la cara delantera, para su rápido reconocimiento, y a la vez información muy sintética sobre el mismo, en la parte de atrás, que permita repasar sus características más relevantes. Se observa que en la mayoría de los juegos analizados las cartas incluyen exquisitos dibujos de los objetos, que aportan un mayor atractivo y homogeneidad, y facilitan su producción. A pesar de que se aprecia la continuidad formal de esas cartas, en Design in Time se opta por no redibujar los objetos, ya que las cartas son creadas por diferentes autores y sería más difícil conseguir esa homogeneidad. Así, se considera que el empleo de fotografías favorecerá su rápido reconocimiento dentro del juego, y que se debe concentrar el esfuerzo en la redacción sintética de la información más relevante del objeto que se describe. No obstante, se han definido unas instrucciones precisas para la creación de los naipes, con la intención de asegurar un formato y enfoque común.



Figura 3. Instrucciones de cartas para el juego de cartas colaborativo Design in Time. Nieves Fernández Villalobos



Figura 4. Ejemplos de cartas creadas por las alumnas Alba Vega Ledesma y Cecilia Díez de Frutos en el desarrollo del Seminario 1 de EHD, 2021-2022.

Asimismo, se han descrito de forma escrita y gráfica las instrucciones del juego, para favorecer su comprensión y adecuado desarrollo posterior en el aula. También se establecen diferentes categorías representadas con distintos colores en la parte inferior de la carta, de manera que, cuando el número de naipes sea considerable, se podrá optar por jugar con todas las cartas juntas, o separarlas por categorías, lo que posibilita otro tipo de reflexiones estableciendo relaciones solo entre objetos afines.

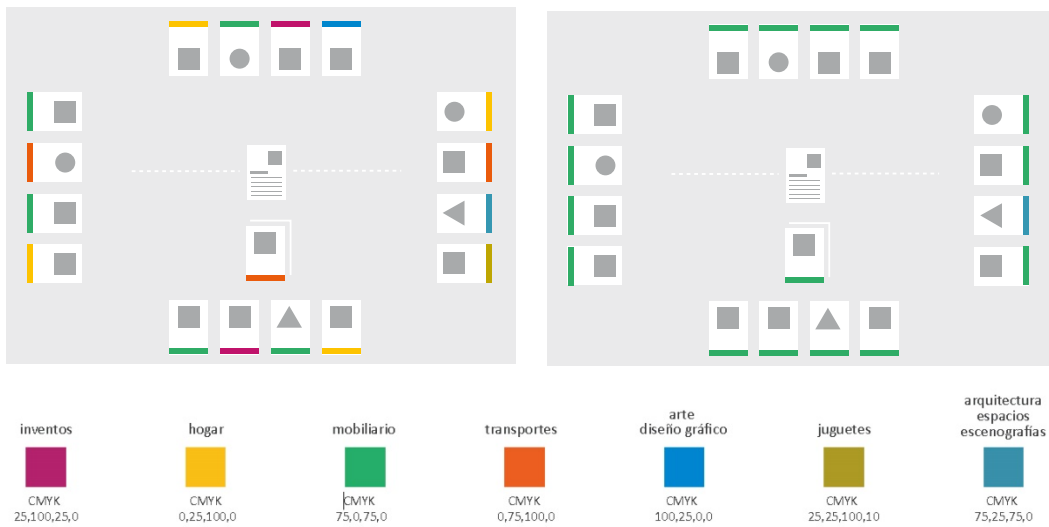


Figura 5. Algunos esquemas gráficos de las instrucciones y categorías temáticas establecidas para Design in Time. Nieves Fernández Villalobos.

RESULTADOS

La actividad se diseña considerando dos puntos claves: el empleo de una metodología activa, GBL, para estudio y repaso de los contenidos teóricos de EHD, y el uso del aprendizaje colaborativo en el propio diseño del juego.

Se entiende que el juego de cartas Design in Time, creado por el conjunto de estudiantes y profesores de la asignatura, se puede convertir en un valioso recurso de aprendizaje para el presente curso y los sucesivos, permitiendo su uso individual o grupal. Pretende además implementarse a lo largo del tiempo con nuevas ediciones que posibiliten interactuar entre ellas y generalizar su uso dentro de la asignatura, y quizá extrapolándose como método de aprendizaje a otras asignaturas afines. Asimismo, se está estudiando la posibilidad de complementarlo con un formato digital, que pueda usarse para repaso.

CONCLUSIONES

Para evaluar una herramienta como recurso educativo es necesario testarlo con los estudiantes. El juego de cartas Design in Time está siendo diseñado a medida que transcurre el curso por lo que no ha podido llevarse al aula para jugar, y así comprobar su efectividad. No obstante, para diseñar el juego se ha consultado a alumnos veteranos y se ha puesto en práctica parcialmente con algunos profesores, proporcionando estímulo y diversión. Se tiene previsto realizar una sesión de juego presencial en el presente curso, que sirva de repaso a los estudiantes y como test de efectividad del recurso para los profesores. Asimismo, se pretende realizar una encuesta para analizar el grado de satisfacción de los alumnos con la metodología.

En definitiva, hasta el momento podemos afirmar que a priori valoramos positivamente las ventajas pedagógicas que presenta esta metodología, y especialmente la obtención de un recurso pedagógico creado de forma colaborativa, con posibilidades de crecer e implementarse en futuros cursos.

AGRADECIMIENTOS

Vicerrectorado de Innovación Docente y Transformación digital de la UVa, PID convocatoria 2021-2022: DESIGN TIMELINE: Creación de un juego colaborativo como herramienta de aprendizaje de la Historia del Diseño.

REFERENCIAS

- Bravo de Laguna, A. (2021). Colección de juegos de cartas de arquitectura. Siete recursos para iniciación, creatividad o experimentación avanzada. *Estoa* 10 (19), 115- 125.
- Peña, E., Roger, J. y P. (2019). El juego como metodología del proyecto. La experiencia Archispiel. En García, D. y Bardí, B. (eds.), VII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'19), 386 - 401. UPC IDP; GILDA.
- Fernández, N. (2019). House of Cards: El "continente" Eames en una baraja de cartas. *Proyecto, Progreso, Arquitectura*, 20, 86-105.
- Gutiérrez, M.T. (2004). La significación del juego en el arte moderno y sus implicaciones en la educación artística [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/7209/>
- Huizinga, J. (1972). *Homo Ludens*. Alianza Editorial.
- Moreno B., López-Crespo, P. y Moya, M. V. (2011). Propuesta de una herramienta didáctica basada en un juego de cartas para el estudio de propiedades de materiales. *Actas Congreso Internacional de Innovación docente Universidad Politécnica de Cartagena* (pp. 539- 547). Universidad Politécnica de Cartagena.
- DEMETRIOS, E. (2001). *An Eames Primer*. Londres: Thames & Hudson.

Preferencias y dificultad percibida de los estudiantes: desarrollo de metodologías activas para la mejora del entorno de aprendizaje

Lourdes Canós-Darós^a y Vicenta Eloina García Félix^b

^aDepartamento de Organización de Empresas, Universitat Politècnica de València, email: loucada@omp.upv.es, ^bInstituto de Ciencias de la Educación, Universitat Politècnica de València, email: eloina.garcia@ice.upv.es.

Abstract

When considering the design of teaching-learning activities, teachers must consider several aspects. On the one hand, they have to respond to the learning outcomes in order to achieve meaningful learning. On the other hand, they try to make them useful and attractive, seeking involvement and motivation. In this paper we analyse students' preferences for certain tasks, and the difficulty in carrying them out, in order to introduce improvements in their design.

Keywords: Difficulty, Activity design, Teaching-learning, Active methodologies, Motivation.

Resumen

El profesorado cuando se plantea diseñar actividades de enseñanza-aprendizaje debe contemplar varios aspectos. Por una parte, ha de responder a los resultados de aprendizaje para conseguir un aprendizaje significativo. Por otra parte, tratan de que sean útiles y atractivas, buscando implicación y motivación. En este trabajo analizamos las preferencias de los estudiantes ante determinadas tareas, así como la dificultad en la realización, con el fin de introducir mejoras en su diseño.

Palabras clave: Dificultad, Diseño de actividades, Enseñanza-aprendizaje, Metodologías activas, Motivación.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El entorno de aprendizaje puede ser definido a partir de cinco constructos (Santiago, 2021): entorno físico, entorno tecnológico, entorno socioemocional, planificación de la enseñanza-aprendizaje y aprendizaje orientado al estudiante. Las metodologías activas juegan un papel importante en las dos últimas dimensiones. Si el profesor, además, se interesa por las experiencias de los estudiantes en el aula y en el desarrollo de su trabajo autónomo, podemos apreciar su influencia en el entorno emocional.

En cualquier actividad educativa, los responsables de la misma, esto es, los docentes, han de perseguir que los estudiantes alcancen un aprendizaje profundo sobre los conceptos clave

que se están tratando en la materia en concreto que imparten (Titone, 1981). Así, el profesor se plantean diversas tareas o actividades que comportan la implementación de metodologías activas (Beck, 2008). Normalmente la intención es realizar actividades diversas, atractivas y adecuadas al nivel de estudios (grado o postgrado), asociándolas a las competencias específicas y transversales (Vidal-Carreras et al., 2017; Marin-García et al., 2009).

Existen dos aspectos que condicionan la elección de metodologías: el número de estudiantes en clase y el tiempo disponible o dedicación requerida. También podemos añadir que la elección de metodologías depende de lo cómodo que se sienta el profesor con la preparación, el desempeño y la evaluación. No obstante, algunas limitaciones externas al profesor coartan la libertad de diseño de determinadas actividades, como cuando existen muchos grupos de una misma asignatura que requieren una coordinación y consenso común entre varios profesores. En cualquier caso, es importante en la elección de las metodologías su ajuste de acuerdo con los objetivos de aprendizaje definidos en la guía de enseñanza y el nivel de competencia que los estudiantes deben adquirir (Canós-Darós et al., 2018).

Como docentes, en este contexto, siempre quedan algunas preguntas por responder: ¿Les motivarán las actividades que he diseñado? ¿Les parecerán fáciles o difíciles? ¿Hay alguna relación entre las preferencias de los estudiantes y la dificultad en la realización de las tareas?

El objetivo de este trabajo consiste en analizar las preferencias de los estudiantes ante determinadas tareas planteadas en una asignatura concreta y la dificultad que les ha supuesto su realización. Para ello, primero describiremos el contexto en el que se ha desarrollado el estudio y explicaremos la metodología utilizada para tal fin. Después, mostraremos los principales resultados obtenidos y las conclusiones derivadas de los mismos. Finalizaremos con la exposición de las referencias utilizadas para la realización de este trabajo.

METODOLOGÍA

1.1. Contextualización.

La asignatura Técnicas de investigación y presentación del TFG es una asignatura obligatoria que se encuentra dentro de la materia Trabajo Fin Titulación del Grado en Turismo que se imparte en la Escuela Politécnica Superior de Gandia (EPSG) en el Campus de Gandia de la Universitat Politècnica de València (UPV). En el plan de estudios se localiza en el segundo semestre de cuarto curso, pues es cuando los estudiantes ya han podido cursar la mayoría de asignaturas del Grado y deben prepararse para la realización del TFG.

La asignatura equivale a 4,5 ECTS, repartidos entre cuatro departamentos: Lingüística Aplicada, Economía y Ciencias Sociales, Organización de Empresas y Urbanismo. El diseño de esta estructura se realizó ex profeso cuando se diseñó el nuevo plan de estudios para que contuviera la máxima multidisciplinariedad posible y pudiera ser impartido en forma de talleres o seminarios, considerando las características especiales que tiene el TFG. Lejos de ser esto un problema, las profesoras implicadas en la docencia de la asignatura desde sus inicios han realizado labores de coordinación muy intensas en todo lo que se refiere al temario y a la evaluación, una de cuyas partes se realiza conjuntamente. Tanto los contenidos como el sistema de evaluación se revisan anualmente y se introducen cambios si los hubiere.

La descripción de la asignatura, según consta en su Guía Docente, es la siguiente: “Esta asignatura está concebida para ayudar y guiar a los estudiantes en la realización de su Trabajo

Final de Grado (TFG). El contenido es multidisciplinar y se fundamenta en la adquisición de competencias de comunicación oral y escrita, habilidades organizativas para la preparación del TFG, uso de técnicas cualitativas y cuantitativas de investigación y una introducción al estudio de la demanda de servicios de la población.”

Este trabajo se ha realizado en la parte de la asignatura correspondiente al Departamento de Organización de Empresas: “Habilidades organizativas para la realización del TFG”. Esta parte consta de 1ECTS de los 4,5 totales y está dividida en seis sesiones presenciales. En dichas sesiones se realizaron las siete actividades que se describen a continuación:

1. Aspectos positivos y negativos de la normativa de TFG y de la rúbrica. En esta actividad los estudiantes han de mostrar una opinión crítica favorable y desfavorable sobre la normativa oficial de la UPV sobre el TFG y de la rúbrica propuesta por la EPSG para su evaluación. En esta sesión se explican los procedimientos administrativos que van asociados al TFG (solicitudes, aprobación, etc.), las características de los tutores, modalidades del TFG, cómo se desarrolla la presentación, cuál es el formato, etc. En la parte de la rúbrica, se explican los ítems que se van a evaluar para obtener la calificación final del TFG (cumplimiento de la normativa, redacción, estructura, presentación, etc.).
2. Redacción de tres buenos objetivos y de tres malos objetivos de TFG. Uno de los aspectos fundamentales del éxito de un trabajo académico es definir correctamente los objetivos que se pretende alcanzar. En esta actividad los estudiantes han de demostrar que saben cuáles son las características de un buen objetivo. Por tanto, a partir de la taxonomía de Bloom, han de escribir tres buenos objetivos y otros tres incorrectos, además de explicar por qué no son correctos.
3. Diagrama de Gantt. En la sesión dedicada a la gestión del tiempo los estudiantes han de realizar un diagrama de Gantt teniendo en cuenta el tiempo que ocupa cada una de las tareas y cuáles son las actividades precedentes para cada una, definidas por la profesora. En adición, han de razonar si el tiempo asociado a cada tarea es correcto, así como la prelación de unas tareas ante otras.
4. *Flip teaching*. Esta sesión utiliza la técnica de la clase inversa o *flip teaching*. Los estudiantes han de visionar en casa dos videos breves y seguir las instrucciones dadas para completar una ficha bibliográfica. Después de resolver las dudas en clase, la actividad se desarrolla en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la EPSG.
5. Video de una buena/mala presentación. Los estudiantes ven en clase un video de una buena presentación y otro de una mala presentación. Para cada uno de ellos disponen de una lista de comprobación de hechos que han sucedido (o no) en cada caso.
6. Ventajas y desventajas del trabajo en equipo. Después de explicar el concepto de trabajo en equipo, la profesora inicia una tormenta de ideas sobre sus ventajas e inconvenientes con los estudiantes en la clase, comentando los resultados.
7. Técnica de creatividad. La profesora realiza varias actividades de generación de ideas y creatividad (imágenes, música, palabra al azar, opuestos, etc.) que hacen aflorar el pensamiento divergente de los estudiantes respecto a su tema de TFG.

La mayoría de las actividades fueron individuales excepto la relativa a las ventajas y desventajas del trabajo en equipo, que se implementó contando con el conjunto de los estudiantes. En la realización de las actividades los estudiantes tienen la posibilidad de comentar entre ellos su desarrollo y preguntar dudas. En todos los casos, la profesora da una realimentación de las respuestas dadas por los estudiantes de forma general, haciendo hincapié en los errores cometidos para que no se repitan, con el fin de aplicar una evaluación formativa.

1.2. Recogida de los datos.

Los datos fueron recogidos durante tres cursos académicos consecutivos: 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019, usando los cuestionarios que se muestran en la Tabla 1. El número de encuestas cumplimentadas fueron respectivamente de 22, 19 y 32, sumando un total de 73.

Tabla 1. Cuestionario sobre preferencias y dificultad.

Ordena de 1 al 7 las siguientes actividades según tus preferencias, siendo el 1 la que más te ha gustado y el 7 la que menos:	Ordena de 1 al 7 las siguientes actividades según su dificultad, siendo el 1 la que te ha parecido más fácil y el 7 la más difícil:
A1-Aspectos positivos y negativos de la normativa de TFG y de la rúbrica	
A2-Redacción de tres buenos objetivos y de tres malos objetivos de TFG	
A3-Diagrama de Gantt	
A4-Flip teaching	
A5-Video de una buena/mala presentación	
A6-Ventajas y desventajas del trabajo en equipo	
A7-Técnicas de creatividad	

1.3. Tratamiento de los datos.

Los datos fueron analizados de forma descriptiva usando Excel. Para obtener los resultados se analizaron los datos en su conjunto y por actividades.

RESULTADOS

De manera global, vemos en la Tabla 2 la distribución de las valoraciones de los estudiantes (de 1 a 7) según su preferencia por actividad y su dificultad de realización. En verde se indica el nivel más elegido en cuanto a preferencia y en rojo, el más votado en cuanto a la dificultad. Así, para la Actividad 1 (A1) solo cinco estudiantes del total de 72 la valoran con un 1, en el otro extremo son 14 estudiantes los que la valoran con un 7. Por otra parte, en cuanto al nivel de dificultad (D1) percibido para la realización de esta actividad, A1, 27 estudiantes le han otorgado un valor de 7, considerada la más difícil de las actividades propuestas.

Tabla 2. Datos globales del nivel de preferencia y dificultad de cada actividad por puntuaciones.

Puntuación	A1	D1	A2	D2	A3	D3	A4	D4	A5	D5	A6	D6	A7	D7
1	5	8	15	4	6	6	11	12	17	17	4	16	16	11
2	10	8	12	8	10	11	12	11	11	15	11	9	7	11
3	9	7	14	6	11	13	4	8	14	12	7	13	14	14
4	15	9	7	9	8	6	11	15	10	8	11	15	12	11
5	11	6	10	12	11	15	12	7	10	13	13	11	7	9
6	9	8	9	23	13	12	10	14	6	4	13	5	12	7
7	14	27	6	11	14	10	13	6	5	4	14	4	5	10

En la Tabla 2 destaca la preferencia mayoritaria por la Actividad 2 (A2), sucediendo que el grupo de estudiantes la han considerado bastante difícil, con 23 respuestas para la puntuación equivalente al número 6. En cuanto a la Actividad 5 (A5), 17 estudiantes del total la han considerado la más preferida y la más fácil de realizar. No ocurre lo mismo en la Actividad 6

(A6), que ha sido de las que en general menos ha gustado (solo 4 estudiantes la han considerado como la más favorita) aunque a 16 les ha resultado la más fácil.

Para facilitar la representación gráfica de los resultados hemos asociado las respuestas numéricas para cada actividad, tanto en cuanto a preferencia como en cuanto a dificultad, en tres grupos, siendo 1 y 2 equivalente a No me gusta, de 3 a 5 equivalente a Normal y 6 y 7 equivalente a Me gusta (ver Figuras 1 y 2).

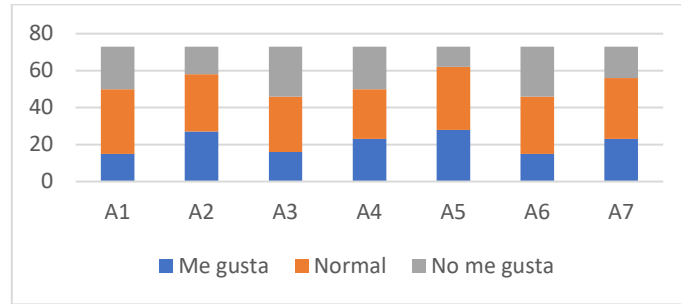


Fig 1. Nivel de satisfacción de las actividades.

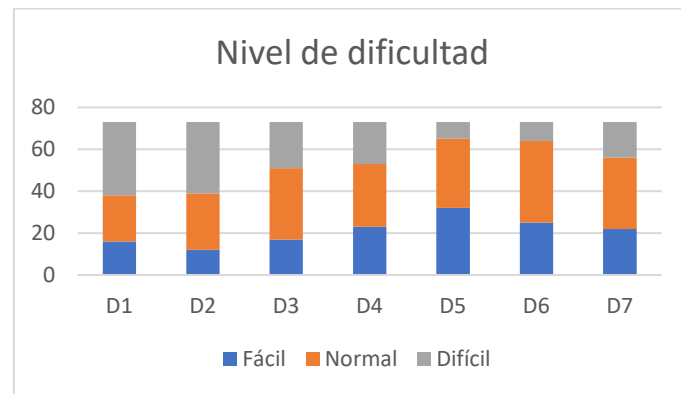


Fig 2. Nivel de dificultad percibida de las actividades.

Para las actividades A3, A4, A5 y A7 existe un paralelismo entre las respuestas dadas para reflejar la preferencia de los estudiantes y la dificultad que supone la realización de dichas actividades. En cuanto a las actividades A1 y A2, han sido valoradas de forma diferente en cuanto a preferencia que en cuanto a dificultad. Esto significa que a los estudiantes les han gustado en su mayoría, aunque les han parecido difíciles de hacer. Recordemos que estas actividades requerían de las competencias de pensamiento crítico (dar una opinión en A1) y reflexión sobre problemas contemporáneos (escribir objetivos en A2). Por otra parte, la actividad 6 (A6) no ha sido de las preferidas, aunque ha sido considerada la más fácil de todas las actividades. Esta actividad consistía en realizar una tormenta de ideas y un debate grupal.

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos analizado las preferencias de los estudiantes ante determinadas tareas y la dificultad que han percibido ante su realización en una asignatura de cuarto curso de Grado. Las actividades diseñadas para la asignatura han sido bastante variadas, comprendiendo desde el uso de una lista de comprobación hasta la realización de una

tormenta de ideas grupal o una sesión de *flip teaching*, pasando por la aplicación de técnicas de creatividad. Igualmente, se han tenido en cuenta las competencias transversales definidas para el título como, por ejemplo, la aplicación del pensamiento crítico, la comprensión de problemas contemporáneos y la planificación y gestión del tiempo, entre otras.

Para ello, se ha diseñado un cuestionario *ex profeso* para la medición de la preferencia entre las siete actividades planteadas (cuyo resultado supone una ordenación) y para la medición de la dificultad percibida que han tenido los estudiantes en la realización de cada actividad.

En los resultados hemos observado cuáles han sido las actividades preferidas por el conjunto de los estudiantes, la A2 y la A5. Aunque la actividad 5 (A5) ha sido considerada la más fácil de todas según el conjunto de las respuestas obtenidas, no ha ocurrido lo mismo con la actividad 2, siendo considerada también como fácil la actividad 6 (A6) que, sin embargo, no aparece entre las favoritas de los estudiantes.

En el marco de esta experiencia podemos concluir que no existe una relación inequívoca entre dificultad y preferencia de los estudiantes con respecto a la realización de tareas basadas en metodologías activas, pues hay actividades más preferidas que otras que también han supuesto una mayor dificultad. Esto nos lleva a pensar que los estudiantes no se mueven por su mera comodidad, sino que verdaderamente existen unas metas definidas para alcanzar un aprendizaje lo más significativo posible. Estos resultados nos permiten reflexionar sobre las actividades realizadas y plantear propuestas de mejora para futuras ediciones que redunden en una mejor percepción del estudiante y en un aprendizaje más eficaz.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el PIME 21-22/167 “El entorno de aprendizaje y la formación de estudiantes de gestión, tecnología e ingeniería” de la Universitat Politècnica de València.

REFERENCIAS

- Beck, S. (2008). The teacher's role and approaches in a knowledge society. *Cambridge Journal of Education*, 38(4), 465-481.
- Canós-Darós, L.; Pons Morera, C.; Santandreu-Mascarell, C. y Vidal-Carreras, P.I. (2017). Evaluation of teaching: Some reflections. *Working Papers on Operations Management*, 8, 67-71.
- Canós-Darós, L.; Vidal-Carreras, P.I.; García-Sabater, J.P. y Santandreu-Mascarell, C. (2018). Is there a relationship between the lecturer's learning style and methodologies used in teaching? Some reflections. *12th International Technology, Education and Development Conference - INTED 2018*, marzo, Valencia.
- Marin-Garcia, J.A.; García Sabater, J.P.; Perelló Marín, M.R. y Canós-Darós, L. (2009). Propuesta de competencias para el Ingeniero de Organización en el contexto de los nuevos planes de estudio. *Intangible Capital*, 5(4), 387-406
- Santiago, C.F.B. (2021). Desenvolvimento de uma Escala Multidimensional para Análise de Ambientes de Aprendizagem. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba.
- Titone, R. (1981). *Metodología didáctica*. Rialp.
- Vidal-Carreras, P.I.; Guijarro, E.; Santandreu-Mascarell, C. y Canós-Darós, L. (2017). Analysis of the distribution of transversal skills at the Universitat Politècnica de València. *10th International Conference of Education, Research and Innovation - ICERI 2017*, noviembre, Sevilla.

Factores motivadores para los estudiantes universitarios

Lourdes Canós Darós^a, Sofía Estellés Miguel^b y Ester Guijarro^c

^aDepartamento de Organización de Empresas, Universitat Politècnica de València, email: loucada@omp.upv.es, ^bDepartamento de Organización de Empresas, Universitat Politècnica de València, email: soesmi@omp.upv.es, y ^cDepartamento de Organización de Empresas, Universitat Politècnica de València, email: esguitar@doe.upv.es.

Abstract

Students' academic performance and learning depend on their motivation. In this paper we present the results of the answers to a questionnaire of our own elaboration in which university students have shown their preferences for motivational factors associated with the students themselves, the teaching staff and the activities done in the classroom.

Keywords: High education, University student, Motivational factor, Motivation.

Resumen

De la motivación de los estudiantes depende su rendimiento académico y su aprendizaje. En este trabajo presentamos los resultados de las respuestas a un cuestionario de elaboración propia con el que estudiantes universitarios han mostrado sus preferencias por factores motivadores asociados a los propios estudiantes, al profesorado y a las actividades llevadas a cabo en las aulas.

Palabras clave: Educación superior, Estudiante universitario, Factor motivador, Motivación.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La motivación docente se podría definir como el interés que tiene el alumno por su propio aprendizaje o por las actividades que conducen a él. Dicho interés se puede adquirir, mantener o aumentar dependiendo de elementos intrínsecos o extrínsecos. La motivación académica o docente es un determinante clave de rendimiento académico y éxito (Rowell y Hong, 2013). Los factores motivadores en un entorno docente pueden tener varias fuentes: el estudiante, el profesor y las actividades desarrolladas en el aula (metodologías).

Uno de los factores que influye de manera fundamental en la motivación es la confianza del alumno en sí mismo y la autoestima (Prot, 2005). Definir objetivos accesibles, etapas y medios necesarios para conseguirlos, y situarlos en el tiempo, ayuda a mejorar la autoestima y, con ello, la motivación del alumnado.

Dentro de los elementos relacionados con el profesorado, Porras y Solís (2009) mencionan la actitud del profesor, la variedad y el tipo de actividades propuestas, los recursos utilizados y

los “premios” por mostrar la conducta esperada. También afirman que existe relación entre el lenguaje no verbal del docente, así como su forma de corregir los errores, y la motivación del alumno. Si consideramos el punto de vista del alumno acerca del docente, se puede decir que un docente motivador permite la interrogación, el diálogo, la cooperación y distribución de la búsqueda de información, la socialización de los hallazgos y la construcción del propio conocimiento del estudiante, para sus necesidades de formación (De Zubiría, 2013). Varela et al. (2012) sugieren que un docente motivador debe ser capaz de elaborar tareas académicas creativas y desafiantes que permitan aumentar el compromiso del estudiantado en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto debe suceder en escenarios educativos adecuados que favorezcan la autonomía y la motivación (Ten, Kusurkar y Williams, 2011), y demostrar una actitud de optimismo y confianza, siendo características importantes el ser un buen comunicador, motivador, accesible, comprensible, paciente, tolerante, didáctico, ordenado y claro. En general, los estudiantes, al opinar de lo que los motiva por parte del docente, no hacen referencia a características inherentes al conocimiento disciplinar, ni relativas al manejo pedagógico de los académicos, ambos relacionados a las competencias del saber y saber hacer del profesorado (Vásquez, Rojo y Navarro, 2017), probablemente porque el concepto de motivación esté más vinculado a las competencias afectivas (saber ser y saber estar) que propician el desarrollo de una docencia responsable y comprometida.

Por su parte, Tapia (2017) indica que, para conseguir la motivación de los estudiantes, se deben diseñar estrategias didácticas que permitan dar respuesta a sus necesidades, el profesor debe actualizarse en su materia y tener una mente abierta al cambio, mantener una comunicación efectiva con los alumnos (que se sientan escuchados y valorados), y se debe crear un clima en el aula que invite al análisis y la reflexión colocando al alumno como eje central de su proceso de aprendizaje, dándole las herramientas metodológicas que necesiten para la adquisición de conocimientos. Otros docentes han encontrado en la gamificación una oportunidad para motivar, mejorar dinámicas de grupo, atención, crítica reflexiva y aprendizaje significativo de los estudiantes. Además, dentro de las ventajas que aporta al rol docente se encuentra el mejorar y motivar el aprendizaje usando diferentes dinámicas. El modelo clásico de educación limita la interacción entre estudiantes, docentes y contenidos; en este sentido, la gamificación emerge como una herramienta pertinente para motivar el desarrollo de contenidos y la participación de los estudiantes. En este contexto, existen estudios que relacionan el método pedagógico de *Flipped Classroom* con la mejora de los resultados del aprendizaje y la motivación del alumnado.

El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados de un cuestionario de elaboración propia sobre factores de motivación docente en estudiantes universitarios. La experiencia se llevó a cabo en la asignatura Gestión de Recursos Humanos que se imparte en el Grado en Gestión y Administración Pública de la Facultad de Administración y Dirección de Empresas de la Universitat Politècnica de València. Para ello, introducimos en este apartado los principales factores bajo estudio que motivan a los estudiantes a mejorar su aprendizaje. A continuación, explicamos la metodología seguida para la creación del cuestionario que hemos usado para la recogida de datos. Seguidamente, analizamos los resultados obtenidos y mostramos las principales conclusiones derivadas del estudio. Finalizamos listando las referencias bibliográficas utilizadas en la redacción de este trabajo.

METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo hemos seguido una metodología mixta, esto es, cualitativa y cuantitativa.

Para la identificación de los factores que motivan a los estudiantes universitarios, hemos realizado una revisión bibliográfica de trabajos localizados en la base de datos Web of Science sobre motivación docente en estudiantes universitarios. Para la selección de estos trabajos, 30 en total, se empleó un criterio de actualidad.

Las profesoras de la asignatura compartieron una sesión de trabajo para decidir los factores motivadores sobre los que se preguntaría a los estudiantes. Se agruparon en tres bloques que se definieron claramente por el origen de los factores: Estudiantes, Docente, Actividades.

En base a esta agrupación, que se puede ver en la Tabla 1, se diseñó un cuestionario con la misma estructura, que fue distribuido entre los estudiantes a través de Google Forms. Se dieron las siguientes instrucciones: “Selecciona 10 de los factores de motivación que verás en el cuestionario. No importa si todos son del mismo bloque, si no marcas ninguno en algunos bloques, o si marcas factores de todos los bloques. Lo que has de hacer es marcar tus 10 factores de motivación preferidos. Para elegir los factores, piensa en lo que te gusta tener en la clase.” La muestra está compuesta por 32 estudiantes, 11 hombres y 21 mujeres, de entre 20 y 22 años que, de forma voluntaria, han contestado al cuestionario diseñado por las profesoras de la asignatura en el primer semestre del curso académico 2021-2022.

Tabla 1. Agrupación de los factores motivadores docentes.

ESTUDIANTE		
Aprendizaje significativo	Compromiso	Interacción entre estudiantes
Autoconocimiento	Confianza en las propias capacidades	Interés
Autoeficacia	Construcción del conocimiento propio	Objetivos propios
Autoestima	Cooperación	Participación activa
Automotivación	Crítica reflexiva	Resiliencia
Autonomía	Empatía	Responsabilidad del aprendizaje
Autorregulación	Felicitación por los logros	Sentirse escuchado
		Sentirse valorado
		Socialización
DOCENTE		
Accesibilidad	Comunicación efectiva	Optimista
Acompañamiento	Confianza hacia los estudiantes	Ordenado
Actitud	Desarrollo de contenidos	Orienta al estudiante
Actualización permanente	Didáctico	Paciente
Buen lenguaje no verbal	Forma de corregir los errores	Recompensas
Claridad	Interacción con el estudiante	Revisión de las tareas
Comprensión	Mente abierta al cambio	Tolerante
	Motivadora	Transmite interés

ACTIVIDADES		
Caso	Mapa conceptual	Problemas
<i>Flipped classroom</i>	Observación	Realización de preguntas
Diálogo	<i>One minute paper</i>	Tareas creativas
Diario	Portafolio	Tareas desafiantes
Dinámicas de grupo	Proyecto	Trabajo académico
Gamificación	Proyecto entre asignaturas	Variedad de las actividades

RESULTADOS

En las Tablas 2, 3 y 4 destacamos los factores motivadores más apreciados por los estudiantes y los menos valorados. El resto de factores que no se ven en las tablas han obtenido puntuaciones discretas.

En la Tabla 2 los factores más votados, cuyo origen son los estudiantes, fueron la Automotivación, la Confianza en las propias capacidades, el Interés (aprendizaje, contenido, actividades), tener Objetivos de aprendizaje propios y Sentirse valorado. Los menos valorados fueron la Autoeficacia, la Construcción del conocimiento propio, la Responsabilidad del aprendizaje e, incluso ignorados por todos los estudiantes consultados, la Autorregulación y la Participación activa. Resulta sorprendente que todos estos últimos factores impliquen una acción, esto es, la realización de un esfuerzo, por parte de los estudiantes.

Tabla 2. Valoración de factores motivadores (Estudiante).

Automotivación	10
Confianza en las propias capacidades	10
Interés	9
Objetivos propios	9
Sentirse valorado	7
Autoeficacia	1
Construcción del conocimiento propio	1
Responsabilidad del aprendizaje	1
Autorregulación	0
Participación activa	0

Sobre los factores motivadores que dependen de las profesoras de la asignatura, los estudiantes consideraron relevantes que fueran Motivadoras, la Comunicación efectiva, la Claridad en la exposición, el tener una Orientación hacia el estudiante, Transmitir interés por la tarea y tener Confianza hacia los estudiantes. Como podemos observar, la mayoría de estos factores son observables en las clases, que es el contexto en el que interaccionan las profesoras y los estudiantes. Los factores menos valorados fueron el Desarrollo de contenidos y la Revisión de tareas, trabajos “de despacho” que realizan las profesoras, pero que no son observables por parte de los estudiantes, que simplemente ven los resultados (Tabla 3).

Tabla 3. Valoración de factores motivadores (Docente).

Motivadora	12
Comunicación efectiva	11
Claridad	10
Orienta al estudiante	8
Transmite interés por la tarea	8
Confianza hacia los estudiantes	7
Desarrollo de contenidos	1
Revisión de tareas	1

En cuanto a los factores motivadores derivados de las actividades o metodologías aplicadas en el aula, los estudiantes destacaron su gusto por tareas creativas y variadas, lo que respaldó el diseño de las metodologías activas que ellos desarrollan durante todo el semestre. Por otra parte, ninguno de los estudiantes apostó por el Mapa conceptual, *One minute paper*, Portafolio, Proyecto entre asignaturas, Problemas o Realización de Preguntas. Este resultado fue una sorpresa porque todas estas actividades están descritas en la guía docente de la asignatura y sirven para ejecutar la evaluación. La conclusión a la que llegaron las profesoras fue que los estudiantes se centraron más en valorar el carácter de las actividades (creativas y variadas) en su conjunto y no tanto los tipos de actividades individuales.

Tabla 4. Valoración de factores motivadores (Actividades).

Tareas creativas	8
Variedad de las actividades propuestas	7
Mapa conceptual	0
<i>One minute paper</i>	0
Portafolio	0
Proyecto entre asignaturas	0
Problemas	0
Realización de preguntas	0

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado cuáles son los factores motivadores más y menos valorados por estudiantes universitarios en el desarrollo de una asignatura. Para ello, hemos diseñado un cuestionario que ha servido para la recogida de datos, posteriormente analizados para ser útiles en la mejora continua de la actividad docente.

Los resultados del análisis de datos muestran, por una parte, que los estudiantes prefieren factores intrínsecos como la Automotivación o la Confianza en las propias capacidades; otros factores que significan un esfuerzo, como la Autorregulación y la Participación activa, han sido totalmente ignorados. Por otra parte, en lo que se refiere a la interacción con las profesoras, los estudiantes han elegido factores que se pueden observar en el desarrollo de las clases,

mientras que otros factores que implican actividades docentes fuera del aula (preparación de materiales, corrección, etc.) han sido los menos valorados. Finalmente, sobre las metodologías utilizadas en la asignatura y su relación con la motivación, los estudiantes se han decantado por actividades que sean variadas y creativas.

Es importante mantener la motivación de los estudiantes hasta el final de la asignatura para aumentar sus posibilidades de superarla. Se revela como importante la necesidad de una docencia, con docentes motivadores que podrían desarrollar las capacidades del estudiante, con talleres de inteligencia emocional (resiliencia, motivación, automotivación, autoconocimiento, autorregulación y empatía). La necesidad de desarrollar capacidades socio-afectivas, actitudes, valores, motivaciones y emociones es importante para el logro de competencias personales que contribuyan a fortalecer el rol de formador del profesor. Los docentes universitarios deben estar actualizados en la identificación de las habilidades emocionales en los estudiantes, es esencial que haya un programa de fortalecimiento docente con el fin de que puedan desarrollarlas mediante un proceso formativo continuo. Al conocerlas, podrán establecer y desarrollar programas y estrategias que permitan potenciar o mejorar dichas competencias.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el PIME/21-22/270 “Desarrollo y evaluación de competencias transversales a través de un proyecto multidisciplinar entre asignaturas” de la Universitat Politècnica de València.

REFERENCIAS

- Porras, M., y Solís, A. (2009). *The Role of Paralanguage on EFL Teacher’s Error Correction and Students’ Motivation: Developing Oral Skills in the CEIC Program*. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Prot, B. (2005). *Pedagogía de la motivación. Cómo despertar el deseo de aprender*. Narcea, S.A. de Ediciones.
- Rowell L., y Hong E. (2013). Academic Motivation: Concepts, Strategies, and Counseling Approaches. *Professional School Counseling*, 16(3), 158-171.
- Tapia, M. C. (2017). ¿Cómo incentivar la motivación por aprender en nuestros alumnos? *Revista Torreón Universitario*, 6(15), 83-93.
- Ten, C., Kusurkar, R. y Williams, G. (2011). How self-determination theory can assist our understanding of the teaching and learning processes in medical education. *Medical Teacher*, 33, 961-973.
- Varela M., Vives T., y Fortoul T. (2012). La motivación: elemento indispensable en la formación de los médicos. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 55(1), 43-51.
- Vásquez, A., Rojo, R., y Navarro, N, (2017). Concepción del docente motivador: percepción de los estudiantes de una carrera de la salud. *Investigación en Educación Médica*.
- Zubiría, J. de (2013). El maestro y los desafíos a la educación del siglo XXI. *REDIPE Virtual*, 825, 1-17.

Hibridaciones artísticas de Ingeniería y Filosofía en la Universidad de Oviedo

Beatriz Rayón Viña¹, María José Miranda Suárez¹, Pablo Revuelta Sanz^{2,3}, Natalia Fernández Jimeno¹, Enrique Álvarez Villanueva¹, Carla García Cárdenas³, Jorge Coque Martínez^{3,4}, Marta Isabel González García¹, Ramón Rubio García⁵ y José Antonio Gallego Casero³

¹Dpto de Filosofía, ²Dpto de Informática (CCIA), ³Ingeniería Sin Fronteras, ⁴Dpto de Administración de Empresas, ⁵MediaLab. Todos los departamentos y áreas pertenecen a la Universidad de Oviedo.

Resumen

El proyecto aborda la innovación docente en la hibridación entre Ingeniería y la Filosofía a través del arte. Desde diferentes metodologías se promueven procesos de coproducción en el aula en torno a cuatro temáticas: inteligencia artificial, salud, soberanía tecnológica y arte, sirviendo esta última como nexo del resto. Dichos procesos amplían la interdisciplinabilidad en el proceso formativo del estudiantado de ingeniería y filosofía, revirtiendo positivamente en su formación.

Palabras clave: ingeniería, filosofía, innovación, hibridación, docencia.

Abstract

The project addresses teaching innovation in the hybridization between Engineering and Philosophy through art. From different methodologies, co-production processes are promoted in the classroom around four topics: artificial intelligence, health, technological sovereignty and art, the latter serving as a nexus of the rest. These processes broaden interdisciplinarity in the formative process of the students of engineering and philosophy, positively reverting in their education.

Keywords: engineering, philosophy, innovation, hybridization, teaching.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La propuesta parte de la experiencia del grupo en la organización de las Jornadas IF (Ingeniería y Filosofía) durante tres ediciones previas en tres años consecutivos, y en una profunda reflexión sobre la necesidad ineludible de establecer un diálogo entre las disciplinas técnicas y humanísticas en las sociedades contemporáneas. Uno de los principales objetivos que pretende el grupo es que ese diálogo no consista en una mera yuxtaposición de ámbitos académicos independientes, sino que se desarrolle con consciencia, interés e intención de tender puentes entre ambos espacios disciplinares. Con esta intención, el grupo ha propuesto realizar un Aula de Extensión Universitaria durante el curso 2021-2022 y la cuarta edición de las jornadas IF.

El grupo que presenta esta propuesta viene desarrollando tareas y actividades de hibridación entre ingeniería y filosofía a través de tarea docente e investigadora: por una parte, la faceta correspondiente a la hibridación desde la ingeniería deviene de su pertinencia social y la preocupación por los aspectos sociales y éticos de las prácticas profesionales ingenieriles, como evidencia la vinculación a Ingeniería Sin Fronteras (ISF Asturias) o la creación del MediaLab de la Universidad de Oviedo. Por otro lado, la parte del equipo proveniente de filosofía ha trabajado en el campo de los estudios sobre ciencia y tecnología, reflexionando sobre las dimensiones sociales, éticas y estéticas de las tecnologías (López y González, 2011; González y Miranda, 2021). Dos iniciativas docentes innovadoras y transdisciplinares que coordinan sus miembros son el Máster en Estudios de la ciencia, la tecnología y la Innovación o el Título de Experto en Comunicación social de la ciencia. Debido a su firme compromiso con la participación activa del estudiantado en los procesos formativos, el grupo responsable del proyecto actualmente incluye a estudiantado tanto de ingeniería como de filosofía que fueron asistentes en ediciones previas, lo cual evidencia, además del compromiso por la formación, una perspectiva intergeneracional y de futuro.

1.1. Objetivos.

El fin último del proyecto es tender un puente entre dos disciplinas históricamente aisladas. Este puente debe poder ampliar las miras de los grupos que se encuentran en el mismo:

- El estudiantado de filosofía, recibiendo de primera mano las estrategias de abordaje de problemas técnicos, los condicionantes y las tecnologías disponibles o en investigación.
- El estudiantado de ingeniería, aprendiendo a analizar el contexto sociocultural de sus desarrollos técnicos, así como las implicaciones sociales, éticas y políticas que todo nuevo artefacto o conocimiento práctico genera en la sociedad en la que surge.

Con este objetivo esperamos contribuir a la formación de profesionales de ambas ramas, ayudando a que sepan hablarse y entenderse con otras visiones del mundo y de la tecnología, e incorporen un valor añadido a lo que su formación de grado les ofrece (Cáceres et al., 2021). Además, se tratará de aprender a materializar el aprendizaje en trabajos artísticos a través de los cuales podrán difundir el tipo de hibridaciones desarrolladas.

METODOLOGÍA

Estas son las metodologías principales con las que se desarrolla este proyecto:

- *Clase magistral*: cada sesión cuenta con una presentación corta de la temática correspondiente que provea de los marcos teóricos fundamentales a través de los cuales ensamblar el resto de dimensiones.
- *Aprendizaje cooperativo* como herramienta de trabajo en equipo. Promueve que el conocimiento fluya de igual a igual con el objetivo de coproducir unas bases comunes de partida para el aprendizaje. El trabajo en equipo permite la adecuación de los contenidos al nivel de cada persona gracias a la ayuda del resto de miembros, y el diálogo y la reflexión colectivos favorecen la asimilación de los contenidos.
- *Aprendizaje basado en proyectos (ABP)* y *Art Thinking*. Se busca la expresión del alumnado a través de estrategias poéticas, visuales y performáticas conectadas con los temas expuestos en las sesiones magistrales. El objetivo propuesto al estudiantado es la realización

de un proyecto final en forma de producto artístico a su elección que ha de presentarse en las jornadas IF 4.0. Los proyectos se desarrollan en equipos configurados por el alumnado, siempre atendiendo al criterio de la mayor hibridación de disciplinas posible. El resultado final es, por tanto, algo tangible, promoviendo así las destrezas de trabajo en equipo (conceptual, tecnológica y artísticamente), planificación, exposición, etc. A través del *Art Thinking* se implementan nuevos modos de aprender y construir el conocimiento tecnocientífico y filosófico (Casacuberta, 2005).

Las sesiones del Aula de Extensión siguen las siguientes estrategias:

- En cada sesión, la parte expositiva tiene una duración aproximada de una hora (clase magistral), en la que el personal docente proveerá de materiales y herramientas con las cuales poder trabajar posteriormente. Las restantes tres horas de cada sesión se dedican al trabajo cooperativo para la reflexión y debate, asimilación de conocimientos y preparación de proyectos artísticos. En la última de las sesiones se profundiza en la resolución del proyecto final y cómo entra en diálogo en las Jornadas de Ingeniería y Filosofía.
- Desplazamientos: trabajo de las sesiones en diferentes lugares (Campus de Humanidades de Oviedo, Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Medialab de Gijón, centros municipales...), lo cual favorece el intercambio entre participantes.
- Encuentro en la Laboral Centro de Arte y Creación Industrial de Gijón: se realiza un intercambio de conocimiento y experiencias con artistas residentes del LABoral, además de la visita a las instalaciones o acciones que estén en curso en ese momento.
- Exposición de proyectos resultantes de las sesiones en interacción y diálogo con el personal investigador y docente invitado a las Jornadas Ingeniería y Filosofía 4.0 en 2022, y 5.0 en 2023. Por tanto, el estudiantado participa activamente en las Jornadas IF, además de formar parte de los talleres y charlas que se oferten.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La hibridación que se lleva a cabo cada año en el aula y las jornadas de IF permite comprobar los frutos del establecimiento de puentes y diálogo entre filosofía e ingeniería. El objetivo tanto del aula como de las jornadas en el marco de un proyecto de Innovación Docente es buscar la exposición de temáticas atractivas e híbridas, establecer un marco conceptual que sirva de apoyo y motivación para el aprendizaje y la participación activa del alumnado y otras personas en eventos que conecten a profesionales y docentes de ambas disciplinas, así como acercar temas diversos y atractivos al público general (Jasanoff, 2003). Ejemplo del criterio seguido por el grupo en la búsqueda de temáticas atractivas es la inclusión del bloque artístico en el aula y jornadas IF 4.0 porque fue propuesto por varias personas asistentes a las jornadas anteriores (IF 3.0) en una encuesta pasada al final de las mismas. La expresión artística del proyecto se concentra en la parte del proceso formativo donde el alumnado presenta los trabajos planteados y desarrollados en el Aula de Extensión Universitaria. Los temas seleccionados en 2022 fueron, reprogramación (cuerpo y genes como productos de consumo, qué genes son mejores y quién lo decide) y úteros artificiales (trivialización irónica de la gestación y la maternidad), resueltos respectivamente mediante la manipulación de la obra pictórica "Adán y Eva" de Durero, y la grabación de la parodia de un video publicitario en formato "teletienda" sobre un útero materno. En coherencia con el carácter híbrido de las jornadas, el primero de los temas apeló también a técnicas de IA, mientras que el segundo

retomó el problema de la soberanía tecnológica. Tras la presentación del alumnado se realizó un debate con el público asistente, reforzando así la formación activa del alumnado.

La misma encuesta mencionada más arriba, que rellenaron 21 de las personas asistentes, refleja una valoración general muy positiva: la cuestión “¿Recomendarías a alguien asistir a las jornadas IF?”, fue respondida con un promedio de 8,9 en una escala de 1 a 10, existiendo solo una calificación inferior a 5 (un 1 basado en insatisfacción con la organización del evento). La mayoría de estas personas tildaron los temas tratados de interesantes, y el diálogo entre las disciplinas necesario y atractivo para “un gran número de personas, no solo aquellas ligadas al campo de la ingeniería y la filosofía” y agradeciendo el espacio de debate. Tras una semana de periodo de matriculación, el Aula de Ingeniería y Filosofía registró 19 matriculaciones, aunque hubo un alto número de abandonos, completando la actividad hasta el final solo 8 de las 19 personas matriculadas. Desde el grupo estamos realizando una reflexión sobre este nivel de abandono para lograr un seguimiento mayor en la próxima Aula 2022-2023. Las jornadas IF 4.0 contaron este año con 82 personas inscritas, habiendo asistido online 29 de ellas y el resto presencialmente.

Este tipo de Aula, Jornadas y las actividades de las mismas nos ayudan a seguir investigando e imaginando posibilidades y soluciones a un mundo tecnológico, pero también humano y ecosistémico que, como dijo Antonio Gramsci, necesita de toda nuestra inteligencia, entusiasmo y organización. A colación de estas jornadas podemos interconectar disciplinas artísticas, humanísticas y tecnológicas y recordar el poema IF, de Rudyard Kipling, que anima a soñar y pensar a la vez, así como tener presente el concepto moral, y por tanto filosófico, que contiene el fin de la ingeniería: tratar de mejorar el mundo.

Con el objetivo de alcanzar una mayor difusión del evento, las mesas redondas y entradillas artísticas llevadas a cabo durante las jornadas IF 4.0 fueron grabadas y se encuentran disponibles en la página web del MediaLab para su libre acceso en el siguiente enlace: <https://www.medialab-uniovi.es/pro-IF.php>

REFERENCIAS

- Cáceres, S., Aleixandre, G. y Gómez González, J. (2021). The engineering culture: the need for improved education on social responsibility in engineering studies. En: Muñoz van den Eynden y Polino (Eds.). *Pocket Science. The Praxeological Dimension of Scientific Culture*. CIEMAT.
- Casacuberta, D. (2005). Cada hombre, un artista. En: VV.AA. *Creación e inteligencia colectiva*. Universidad Internacional de Andalucía, 81-85.
- González García, M.I. y Miranda Suárez, M.J. (2021). Digital Territorializations and Techno Perspectives. En: N. Bueno Gómez, N. y S. Beato Bergua (Eds.), *Intercultural Approaches to Space and Identity*. Nova Science Publishers.
- Jasanoff, S. (2003). Technologies of Humility: Citizen Participation in Governing Science. *Minerva*, 41(3), 223-244.
- López Cerezo, J.A. y González García, M.I. (2011). El giro participativo y sus problemas. En: I. Díaz y A. Muñoz van den Eynde (Eds.). *Participación y cultura científica en contexto internacional*. CSIC-Libros de la Catarata, 119-140.

Sistema de gestión para la coordinación de las titulaciones de la ETSI en la Universidad de Huelva

Raúl Jiménez Naharro^a, Rubén Fernández de Villarán San Juan^b, Laura Galván González^c, Francisco Alfredo Márquez Hernández^d, Salvador Pérez Litrán^e, Francisco Javier Ruiz Rodríguez^f, María Santisteban Fernández^g y Miguel Ángel Vélez Vélez^h

Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Huelva. ^anaharro@diesia.uhu.es, ^bruben@uhu.es, ^claura.galvan@dgyp.uhu.es, ^dalfredo.marquez@dti.uhu.es, ^esalvador@uhu.es, ^fjavier.ruiz@die.uhu.es, ^gmaria.santisteban@dimme.uhu.es, ^hvelez@dti.uhu.es.

Abstract

This paper presents a computer system that facilitates the coordination of the degrees taught at the ETSI of the University of Huelva. The system automatically updates the data through the information generated by the Academic Organization Plan, so that the data of the teaching staff, schedules, classrooms, credit load and prerequisites of subjects are available. With this, a web platform is achieved from which the coordination of a degree is managed.

Keywords: degree coordination, web application, teaching quality, management system.

Resumen

En este trabajo se presenta un sistema informático que facilita la coordinación de los títulos que se imparten en la ETSI de la Universidad de Huelva. El sistema actualiza de manera automática los datos a través de la información generada por el Plan de Ordenación Académica, de forma que se dispone de los datos del profesorado, horarios, aulas, carga crediticia y requisitos previos de materias. Con ello se consigue una plataforma web desde la que se gestiona la coordinación de una titulación.

Palabras clave: coordinación de títulos, aplicación web, calidad docente, sistema de gestión.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El proceso de mejora de la calidad y la excelencia docente pasa de manera inexcusable por garantizar la coordinación de las enseñanzas de una titulación (Bolarin, 2015). En este sentido, es necesario el trabajo conjunto de todo el profesorado implicado en el proceso formativo. Es por lo que en la mayoría de las normas y reglamentos que lo regulan, se establece como estructura básica de coordinación el equipo docente, conformado por todo el profesorado implicado en la docencia de una titulación (Reglamento, 2014).

La función del equipo docente se basa principalmente en conseguir los siguientes objetivos:

- Alcanzar las competencias generales y específicas del título.
- Armonizar criterios en el volumen de trabajo demandado al estudiante y su distribución temporal a lo largo del curso.

- Coordinar las metodologías docentes programadas en las guías docentes de las asignaturas.

Para organizar el trabajo del equipo docente, en la Universidad de Huelva, se establece la figura del Coordinador Docente de la Titulación, cuyo nombramiento recae sobre un profesor perteneciente al Equipo Docente. La función principal del Coordinador es garantizar el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Detectar posibles solapamientos de contenidos de las diferentes materias que componen el título y, en su caso, proponer las acciones necesarias para subsanarlas.
- Distribuir de manera homogénea la carga de trabajo global del estudiante a lo largo del semestre/curso.
- Verificar el horario de los distintos grupos de actividad de cada asignatura al comienzo del curso, de tal forma que cualquier estudiante puede cursar de forma completa todas las asignaturas de un mismo semestre/curso.
- Analizar las enseñanzas a la finalización de cada semestre y promover posibles acciones de mejora.
- Revisar los resultados de aprendizaje y su evolución a lo largo de diferentes cursos académicos.
- Atender consultas y recopilar sugerencias y/o reclamaciones en relación con una titulación.
- Colaborar y promover la organización y difusión de actividades complementarias para el alumnado: seminarios, conferencias, visitas externas etc.

Por tanto, la coordinación docente es de gran importancia donde la figura del Coordinador adquiere una relevancia especial, además de una importante carga de trabajo a lo largo del curso académico. Es evidente que de cara a alcanzar con éxito los objetivos marcados es preciso la participación de todo el equipo docente. Además, dado la alta carga de trabajo que requiere, es de gran ayuda la utilización de herramientas que faciliten la labor del coordinador. Con esta idea, se desarrolla en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva una aplicación que sirve como apoyo al trabajo que debe realizar la coordinación de una titulación y que se presenta en este trabajo.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

La aplicación diseñada es accesible desde la página web de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (www.uhu.es/etsi). El acceso a la misma se realiza a través del sistema de autenticación de la universidad de Huelva.

La funcionalidad del sistema depende del perfil del usuario con el que se accede. El Coordinador y el equipo directivo de la Escuela tiene acceso total a todos los módulos, permitiendo la consulta y la modificación de cualquier información almacenada en el sistema. El resto de los usuarios sólo tienen acceso en modo consulta.

Desde la página principal, mostrada en la Fig.1, se tiene acceso a tres módulos diferentes: Gestión Docente, Coordinación Horizontal y Coordinación Vertical. En lo que sigue se explicarán de manera sucinta cada uno de estos módulos.



Fig. 1. Vista principal de la aplicación Sistema de Coordinación Docente de la ETSI.

2.1. Módulo de Gestión Docente

En este módulo es posible la actualización de los profesores encargados de la coordinación del título. También permite disponer de un sistema de comunicación con el equipo docente, el cual es actualizado cada curso de manera automática. También permite almacenar los acuerdos adoptados por el equipo docente del título, disponiendo, en consecuencia, de un repositorio con toda la documentación generada. Toda esta dispone de un enlace web, lo que permite su publicación en la página de calidad del Centro, al ser una evidencia del Sistema de Garantía de Calidad del Título.

El acceso a este módulo permite desplegar el menú que se muestra en la Fig. 2. El primer enlace que aparece permite al usuario autorizado actualizar la composición de la Comisión de Coordinación Docente, según se establece en el Reglamento que lo regula. Aquí se distingue entre el Coordinador Docente de la titulación y los Coordinadores de curso que son las personas responsables de la coordinación horizontal.

Mediante el menú “Comunicación con el profesorado de la titulación” es posible acceder a los correos electrónicos de todo el profesorado involucrado en las asignaturas ofertadas en la titulación. Toda la información es actualizada de manera automática en el momento que el profesorado elabora La guía docente de la asignatura, procedimiento este que también está implementado mediante una aplicación web. Al seleccionar esta opción se abre un nuevo entorno en el que es posible enviar correos electrónicos a todo el equipo docente, pudiendo discriminar entre coordinadores, no coordinadores, profesorado de algunas asignaturas o profesores que participan en un curso completo. De esta manera se puede elegir la lista de destinatarios de una manera muy simple.

Otro de los entornos que dispone la aplicación es “Acuerdos de la Comisión de Coordinación”. Esta sección permite incluir los puntos tratados en cada reunión de coordinación, así como los acuerdos adoptados y los comentarios más relevantes de cada punto tratado.

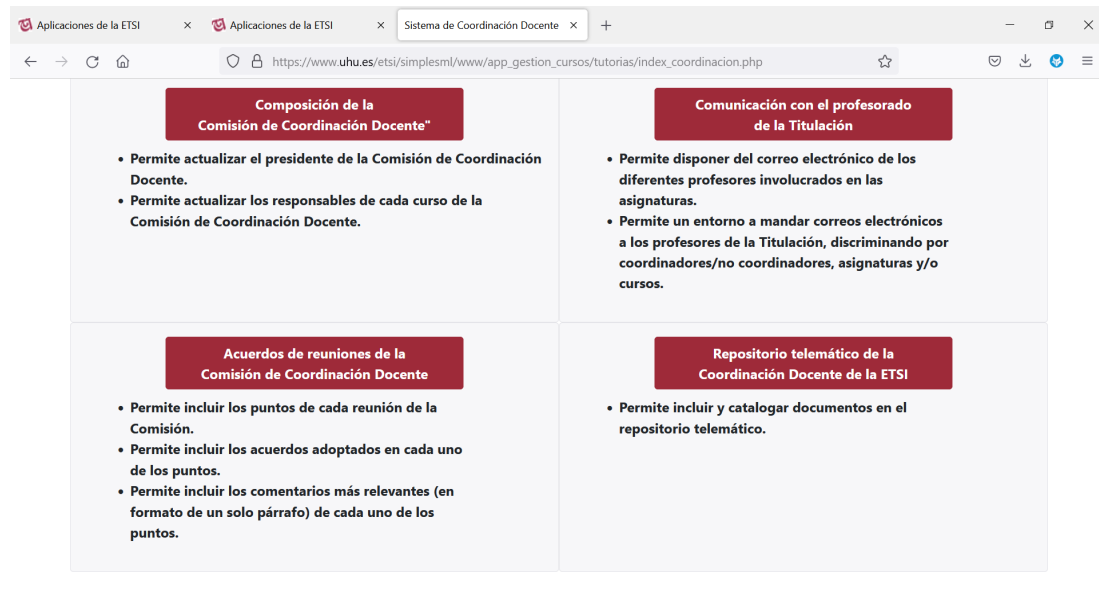


Fig. 2. Opciones en el menú de Gestión Docente.

Finalmente, se incluye un repositorio telemático donde es posible incluir y catalogar los documentos que puedan ir surgiendo durante el proceso de Coordinación.

2.2. Coordinación Horizontal

El módulo de “coordinación horizontal” permite al usuario acceder a los horarios del título, de grupos teóricos, de prácticas, problemas o prácticas de campo. También se tiene acceso a las aulas asignadas para cada grupo de actividad. Al entrar en este módulo se despliega un menú en el que se selecciona la titulación a coordinar apareciendo tres opciones posibles: comprobación de horarios, comprobación de carga crediticia y comprobación de aulas.

En el área de comprobación de horarios, el coordinador tiene una imagen similar a la mostrada en la Fig. 3. En una imagen se obtiene una vista real del horario de una titulación por semestre y curso. Se incluyen los horarios de teoría, los grupos reducidos de aula, los grupos de laboratorio, en aulas de informática y de prácticas de campo o visitas a instalaciones. Cada uno de esos grupos se distinguen mediante colores diferentes lo que facilita la detección de posibles solapamientos entre diferentes actividades de un mismo curso. Esta herramienta es de gran importancia ya que en el caso de nuestro Centro el horario de los grupos de laboratorio, informática y prácticas de campo son asignados por los Departamentos responsables de la docencia mientras que los horarios de grupos teóricos y grupos reducidos de aula es propuesto por la Dirección del Centro. Cualquier anomalía es fácilmente detectada y puesta en conocimiento de los agentes implicados.

Curso		Primero		Cuatrimestre		Primero		Turno
Edificio		Pabellón no incluido		Aula				--
Días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes			
8:30 - 9:00	Física I		Expresión Gráfica (IM B.7)	Fundamentos de Informática	Expresión Gráfica (IM B.7)			
9:00 - 9:30								
9:30 - 10:00								
10:00 - 10:30	Matemáticas I	Fundamentos de Informática	Química	Física I	Matemáticas I			
10:30 - 11:00								
11:00 - 11:30								
11:30 - 12:00								
12:00 - 12:30	Física I (LAB 1) (LAB 1) (seman: 4 - 5, 7 - 8, 10, 12)	Química (GR 2) (seman: 2-13)	Física I (GR 1) (seman: 6, 9, 12, 15)	Fundamentos de Informática (NF 1) (seman: 1-15)	Física I (GR 2) (LAB 2) (seman: 4 - 5, 7 - 8, 10, 12)	Física I (GR 3) (LAB 3) (seman: 2 - 5, 7 - 10, 12, 14)	Matemáticas I (NF 3) (seman: 2 - 5, 7 - 10, 12, 14)	Física I (LAB 4) (LAB 4) (seman: 4 - 5, 7 - 8, 10, 12)
12:30 - 13:00								
13:00 - 13:30		Matemáticas I (NF 1) (seman: 2 - 5, 7 - 10, 12, 14)						
13:30 - 14:00								
14:00 - 14:30								
14:30 - 15:00								
15:00 - 15:30								
15:30 - 16:00								
16:00 - 16:30								
16:30 - 17:00								
17:00 - 17:30								
17:30 - 18:00								
18:00 - 18:30	Química (LAB 1) (LAB 1) (seman: 5)	Química (LAB 4) (LAB 4) (seman: 7)	Química (LAB 3) (LAB 3) (seman: 5 (LAB 3) (seman: 6 (LAB 4) (seman: 7 (LAB 2) (seman: 5 (LAB 3) (seman: 6	Expresión Gráfica (NF 1) (seman: 3-12)	Expresión Gráfica (NF 2) (seman: 3-12)	Química (LAB 2) (LAB 2) (seman: 5)	Expresión Gráfica (GR 1) (seman: 8-14)	
18:30 - 19:00								
19:00 - 19:30								
19:30 - 20:00								
20:00 - 20:30							Expresión Gráfica (GR 2) (seman: 8-14)	
20:30 - 21:00								

Grupos teóricos: Asignatura obligatoria Asignatura optativa
 Grupos reducidos: Grupo de aula Grupo de laboratorio Grupo de informática Grupo de campo

Fig. 3. Pantalla de comprobación de horarios.

Con el módulo de “comprobación de la carga crediticia” el coordinador puede verificar que el número de horas asignadas en el horario coincidan con las publicadas en la memoria de verificación del título. En el caso de discordancia entre las asignadas y las de la memoria la aplicación resalta en color rojo dicha anomalía. Esto permite que el coordinador pueda tomar las medidas convenientes para solucionar esta discrepancia. La Fig. 4 muestra una imagen de cómo le aparece al coordinador cuando hay alguna incongruencia entre los créditos.

Con la opción “comprobación de aulas” se pretende comprobar que todos los grupos de actividad tengan perfectamente definido el espacio físico donde se desarrollará su actividad. Esta información es importante para todos los agentes implicados en el título, profesorado, alumnos y personal de administración.

2.3. Coordinación vertical

La coordinación vertical tiene como principal objetivo la correcta distribución de competencias específicas y transversales del título. En la coordinación horizontal, el agente principal es el Coordinador de curso, en cambio, en la coordinación vertical es el Coordinador del título. En este sentido, el análisis de los contenidos y el cronograma de las actividades de cada asignatura permite establecer una correcta secuenciación de los contenidos, de forma que, se facilite el aprendizaje del estudiante. Es quizás la más complicada de llevar a cabo y de corregir.

Curso 1º - Total de asignaturas incluidas: 5 Primer cuatrimestre + 5 Segundo cuatrimestre

Asignatura:	Matemáticas I						Código:	606410101		
Titulación:	Grado en Ingeniería Mecánica						Curso:	1		
GRUPO	AULA			LABORATORIO			INFORMÁTICA		CAMPO	
	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD
Grupo 1	0	0	0	0	1.5	1.56	0	0	0	0
Grupo 2	0	0	0	0	1.5	1.56	0	0	0	0
Grupo 3	0	0	0	0	1.5	1.56	0	0	0	0

Asignatura:	Física I						Código:	606410102		
Titulación:	Grado en Ingeniería Mecánica						Curso:	1		
GRUPO	AULA			LABORATORIO			INFORMÁTICA		CAMPO	
	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD
Grupo 1	0.6	0.36	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0
Grupo 2	0.6	0.36	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0
Grupo 3	0	0.36	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0
Grupo 4	0	0.36	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0

Asignatura:	Fundamentos de Informática						Código:	606410103		
Titulación:	Grado en Ingeniería Mecánica						Curso:	1		
GRUPO	AULA			LABORATORIO			INFORMÁTICA		CAMPO	
	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD
Grupo 1	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0
Grupo 2	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0

Asignatura:	Química						Código:	606410104		
Titulación:	Grado en Ingeniería Mecánica						Curso:	1		
GRUPO	AULA			LABORATORIO			INFORMÁTICA		CAMPO	
	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD	Profesor	POD
Grupo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 4. Pantalla de comprobación de carga crediticia.

En este módulo se incluyen los conocimientos previos necesarios para abordar una materia, que el profesorado ha incluido al cumplimentar la guía de su asignatura. Estos conocimientos deberían ser abordados por otras asignaturas antes de que se imparta la materia que lo requiera. En este caso, es de especial ayuda los cronogramas que el profesorado ha realizado en su guía. Por la dificultad de su implantación, este módulo ha seguido un desarrollo casi permanente.

3. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado una aplicación que sirve de apoyo a la Coordinación docente de las titulaciones de una Escuela de Ingeniería. El programa tiene acceso web y necesita de la autenticación de los agentes implicados en el título. Permite la gestión de las reuniones de coordinación y la publicación de actas y acuerdos. Se tiene acceso a los datos del equipo docente y al envío de correos pudiendo seleccionar los destinatarios según la información a enviar. Permite verificar la existencia o no de solapamientos en horarios, que la carga crediticia de cada actividad propuesta sea la correcta y que los espacios asignados a cada actividad estén especificados y sean acordes a las necesidades docentes de cada actividad. Facilita la coordinación horizontal y vertical. Además, toda la información disponible se almacena en un repositorio telemático, facilitando su consulta y publicación en la Web del Centro.

REFERENCIAS

María José Bolarin-Martínez y M. Ángeles Moreno Yus (2015). La coordinación docente en la universidad: retos y problemas a partir de Bolonia. Profesorado, revista de curriculum y formación del profesorado. Vol. 19, nº 2. 319-332

Reglamento de coordinación docente para los títulos oficiales de grado adscritos a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva (2014).

La Evaluación como Herramienta para Determinar el Impacto del Aprendizaje Basado en Problemas en el Proceso de Aprendizaje

Manuel Pérez^a, María Dolores Reyes^a y Andrea Querol^a

mperez@florida-uni.es; mdreyes@florida-uni.es; aquerol@florida-uni.es. ^a Florida Centro de Formación, C/Rei En Jaume I, nº 2, 46470, Catarroja, Valencia.

Abstract

Active learning methodologies constitute a useful tool to reach quality education, one of the Sustainable Development Goals.

In this study, the evaluation has been proposed as a tool to determine the impact of Problem-Based Learning on students' own learning (self-evaluation), the degree of satisfaction with the methodology (evaluation of the teaching-learning process) and its impact on learning outcomes (hetero-evaluation).

Keywords: Problem-Based Learning, Self-evaluation, evaluation of the teaching-learning process, hetero-evaluation.

Resumen

Las metodologías activas de aprendizaje son una herramienta para garantizar una educación de calidad, uno de los objetivos de desarrollo sostenible.

En este estudio se ha propuesto la evaluación como herramienta para determinar el impacto del Aprendizaje Basado en Problemas sobre el propio aprendizaje del alumnado (autoevaluación), el grado de satisfacción con la metodología (evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje) y su impacto sobre los resultados de aprendizaje (heteroevaluación).

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas, Autoevaluación, Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje, Heteroevaluación.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Actualmente, la sociedad reclama una enseñanza basada tanto en competencias disciplinares y profesionales como en transversales para lograr el desempeño completo del alumnado en la realidad social. Este planteamiento persigue garantizar una educación de

calidad, que constituye uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Es por ello que el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) recoge una serie de directrices en las que se promueven cambios curriculares y metodológicos. Entre los cambios metodológicos se recomienda el uso de metodologías innovadoras y activas para la adquisición de competencias disciplinares, profesionales y básicas o transversales (Más Torelló, 2012).

Entre las metodologías activas más empleadas destacan el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el Aprendizaje Basado en Retos y el Aprendizaje Basado en Proyectos. Todas estas metodologías tienen un enfoque constructivista del aprendizaje, en las que los nuevos conocimientos se adquieren mediante metodologías activas apoyándose en conocimientos previamente adquiridos.

El ABP comenzó a aplicarse alrededor de 1960 en la Facultad de Medicina de Limburg (Maastricht). En 1986, Barrows lo definió como “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”. Sus principales características son las siguientes (Barrows, 1986):

- El aprendizaje se centra en el alumnado mientras el docente adquiere un rol de facilitador.
- La resolución de problemas se realiza en pequeños grupos fomentando el aprendizaje por pares.
- La información se adquiere o integra a partir de aprendizaje auto dirigido.
- Se enfoca más en los procesos del aprendizaje que en los productos finales.
- Los problemas constituyen la base de la organización y el estímulo del aprendizaje, y son el vehículo para desarrollar habilidades para resolver problemas.

El objetivo de este estudio es determinar los efectos del ABP en el aprendizaje del alumnado, así como la percepción que tienen sobre esta metodología. Se ha propuesto estudiar dicho efecto haciendo uso de diferentes tipos de evaluación.

METODOLOGÍA

La asignatura “Máquinas y Mecanismos” es una asignatura del primer semestre del 2º curso del Grado en Ingeniería Mecánica. Se caracteriza por un alto grado de aplicación práctica de los contenidos para la resolución de problemas. En los cursos anteriores la metodología de enseñanza se realizaba mayoritariamente empleando metodologías pasivas. En el curso actual, se ha combinado la clase magistral precedida del ABP mediante la elaboración de tres tareas a lo largo del curso (una tarea por cada bloque de contenido). Los bloques de contenidos trabajados son los siguientes:

- Conceptos y movilidad de mecanismos.
- Cinemática de mecanismos.
- Dinámica de mecanismos.

Aunque es de carácter optativo, se ha fomentado la evaluación continua en la que la calificación global del curso se extrae de tres instrumentos: examen (50%), tareas (25%) y proyecto Integrado (25%).

2.1 Tipos de evaluación

El empleo del ABP por bloques de contenidos permite realizar una evaluación continua y sumativa, llevando a cabo un seguimiento del aprendizaje del alumnado. Con el ABP también es posible realizar una evaluación formadora con una retroalimentación periódica resaltando los aspectos de mejora durante el transcurso del curso. Por otro lado, se realizará una evaluación inicial o diagnóstica para que el alumnado haga un ejercicio de autocrítica sobre su propio aprendizaje.

- Autoevaluación. Consiste en la evaluación del alumnado sobre su propio aprendizaje. Se realizará antes de las tareas (diagnóstica) y se repetirá tras realizar las mismas. El objetivo es que el alumnado sea consciente de su progreso y de manera indirecta determinar cómo la metodología impacta en el aprendizaje.
- Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje. Persigue determinar la percepción que tiene el alumnado sobre la metodología empleada y su contribución a alcanzar los resultados de aprendizaje. Se realiza tras cada tarea.
- Heteroevaluación. Consiste en la evaluación que realiza el docente sobre el alumnado mediante la corrección de cada una de las tareas. Permite determinar de manera objetiva el nivel alcanzado de los resultados de aprendizaje. Se realiza tras cada tarea.

2.2 Actividades de enseñanza-aprendizaje

Para cada bloque de contenidos se ha empleado una secuencia similar de actividades de enseñanza-aprendizaje:

- Actividades de desarrollo. Permiten la adquisición de los contenidos conceptuales de cada bloque mediante clases magistrales y resolución de problemas. Abarcan varias sesiones dependiendo del bloque de contenidos.
- Actividades de consolidación. Permiten consolidar los conocimientos adquiridos por el alumnado mediante la aplicación práctica de los mismos empleando la metodología del ABP. El problema es propuesto por el docente y es cerrado. Su resolución se realiza por grupos de hasta cuatro personas y el docente adquiere un rol de facilitador. Se realiza en una sesión presencial de tres horas de duración.
- Actividades de evaluación. Permiten determinar que se han alcanzado los resultados de aprendizaje, así como evaluar el propio proceso. Son los tres tipos de evaluación descritos en el apartado anterior.

RESULTADOS

En el curso 2021-2022 se ha introducido el ABP como metodología habitual en el aula para llevar a cabo la evaluación continua. Los resultados de la aplicación del ABP se han determinado mediante la evaluación a diferentes niveles con el fin de determinar la

percepción del alumnado sobre su propio aprendizaje y el proceso, así como evaluar la influencia en el logro de los resultados de aprendizaje.

En la Figura 1 se muestra que de los 44 alumnos que se presentaron a la asignatura la mayoría optaron por desarrollar las tareas y, por tanto, por la evaluación continua. Por tanto, la acogida de la metodología fue satisfactoria desde el inicio y tuvo un seguimiento adecuado.

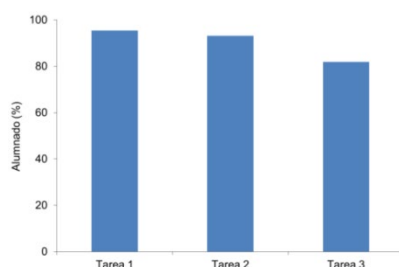


Figura 1. Porcentaje de alumnado que realizó las tareas.

3.1 Percepción del alumnado de su proceso de aprendizaje

La percepción que tiene el alumnado de su propio aprendizaje se realizó mediante una autoevaluación realizada antes y después de realizar cada una de las tres tareas. La autoevaluación se realizó mediante un cuestionario individual en el que se valoraba de 0 a 10 el nivel de acuerdo o desacuerdo (siendo 10 mayor grado de acuerdo) de una serie de ítems (Figura 2).

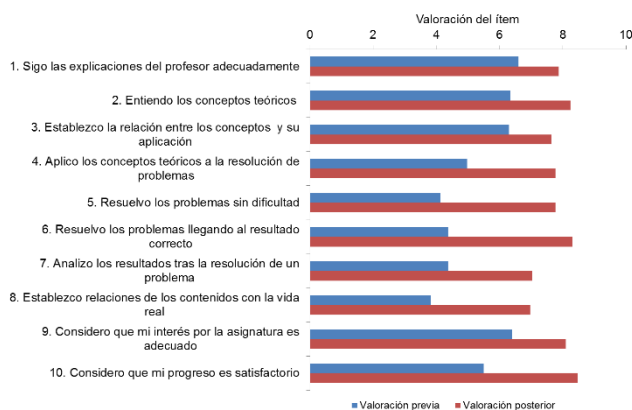


Figura 2. Autoevaluación del proceso de aprendizaje.

Los resultados de la autoevaluación antes y después de aplicar el ABP muestran que la percepción del aprendizaje que tiene el alumnado mejora en todos los aspectos. Es destacable que los ítems donde se observa una mejora del aprendizaje son los relacionados con la resolución de problemas y análisis de resultados.

3.2 Percepción del alumnado de la metodología de ABP

La percepción del alumnado sobre la metodología del ABP para lograr mejorar su aprendizaje se realizó mediante un cuestionario individual de evaluación del proceso de

enseñanza-aprendizaje. El cuestionario constaba de una serie de ítems a valorar entre 0 y 10, siendo 10 un mayor grado de acuerdo (Figura 3).

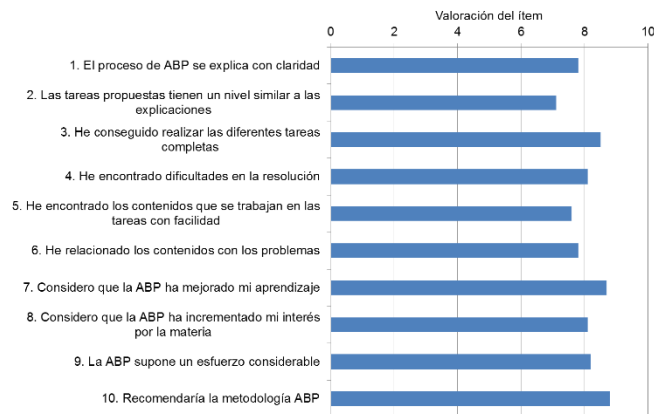


Figura 3. Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje utilizando la ABP como metodología central.

La figura 3 muestra que la metodología ABP contó con una gran aceptación. En general, el alumnado considera que el ABP es una metodología que no supone un esfuerzo ni supone dificultades adicionales y que permite mejorar su aprendizaje sobre la materia. El resultado de la encuesta es consistente con la calificación media obtenida en la realización de las tareas (8.8).

3.3 Impacto de la metodología ABP en los resultados de aprendizaje

En la Figura 4 se muestra el impacto de la implantación del ABP en los resultados de aprendizaje, comparando las calificaciones finales de la asignatura entre dos cursos consecutivos: 2020-2021 (donde no se implantaba esta metodología) y 2021-2022 (curso de implantación del ABP).

Los criterios de calificación de la asignatura eran similares entre ambos cursos y se han excluido los alumnos no presentados. En el curso 2020-2021 se presentaron 41 alumnos mientras que en el curso 2021-2022 se presentaron 44.

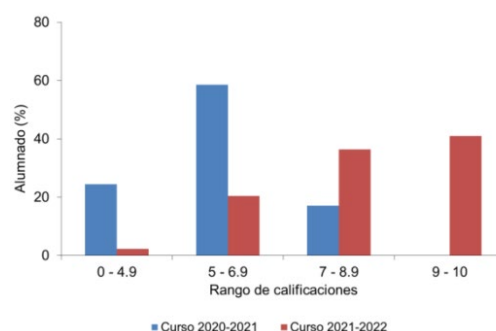


Figura 4. Comparación de las calificaciones finales de la asignatura entre los cursos 2020-2021 y 2021-2022.

Como se observa en la figura, en el curso 2021-2022 las calificaciones fueron notablemente superiores, indicando que la implantación de metodologías activas como el ABP tiene un impacto positivo para alcanzar los resultados de aprendizaje.

CONCLUSIONES

El ABP ha tenido una buena acogida entre el alumnado y su seguimiento ha sido adecuado, llegando a realizar las tareas un porcentaje del alumnado por encima del 80%. (Ruiz-Meza et al, 2021)

La metodología permite una evaluación continua y, mediante las evaluaciones planteadas, se consigue reforzar la evaluación formativa durante el curso. De este modo, el alumnado es consciente de los aspectos de mejora y de su propio aprendizaje.

El ABP, en los tres bloques de contenido, ha permitido mejorar el proceso de aprendizaje del alumnado afianzando los contenidos conceptuales y, especialmente, los contenidos procedimentales sin que ello suponga una dificultad añadida.

Los resultados de aprendizaje han mejorado considerablemente respecto al curso anterior. Sin embargo, es necesario un seguimiento durante cursos futuros para extraer conclusiones más robustas y afianzar los datos extraídos de esta metodología.

El uso de esta metodología activa permite además la adquisición de competencias transversales como las de carácter social, aprender a aprender y la resolución de problemas (Ortiz y Cutimbo, 2022). Este tipo de metodologías activas son deseables para conseguir una educación de calidad, uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

REFERENCIAS

- Barrows, H.S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20 (6): 481-486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>
- Gil-Galván, R. (2018). El uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria: Análisis de las competencias adquiridas y su impacto. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(76), 73-93. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662018000100073&lng=es&tlng=es.
- Mas Torelló, O. (2012). Las competencias del docente universitario: la percepción del alumno, de los expertos y del propio protagonista. *Revista de docencia universitaria*, 10 (2), 299-318. <https://doi.org/10.4995/redu.2012.6109>
- Morales Bueno, P., y Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Problem-based learning. Theoria*, 13, 145-157.
- Ortiz Díaz, J. A., y Cutimbo Lozano, G. F. (2022). Aprendizaje basado en problemas: una metodología aplicada a la asignatura universitaria Matemática Básica. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (22), 155-172. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.820>
- Ruiz-Meza, J., Castellanos-Adarme, M., Alzate-Ortiz, F., y Flórez-Gutiérrez, A. (2021). Aplicación del aprendizaje basado en problemas en el programa de Ingeniería Industrial: caso de estudio aplicado en el curso de Gestión de Cadenas de Suministro. *Revista científica*, (41), 169-183. <https://doi.org/10.14483/23448350.16248>

La contribución de la metodología Aprendizaje en Acción a la ampliación de capacidades del alumnado del Máster en Cooperación al Desarrollo por la UPV

Carlos Delgado Caro^a, Carola Calabuig Tormo^b y Álvaro Fernández-Baldor^c

^aINGENIO [CSIC-UPV], Universitat Politècnica de València, cardelca@upv.es, ^bINGENIO [CSIC-UPV], Universitat Politècnica de València, cacator@dpi.upv.es y ^cINGENIO [CSIC-UPV], Universitat Politècnica de València, alferma2@upv.es.

Abstract

The Action-Learning methodology applied in the Master's Degree in Development Cooperation by the UPV is presented as an innovative pedagogical proposal in which students collaborate with organizations in a neighbourhood of the city of Valencia, working as facilitators of a development process. By this mean, both the interaction with other actors in the territory and the possibility of applying the theory in a practical way favor an expansion of their capabilities as future professionals.

Keywords: Action-learning, capabilities, development cooperation, educational innovation, human development.

Resumen

La metodología Aprendizaje en Acción aplicada en el Máster en Cooperación al Desarrollo por la UPV se presenta como una propuesta pedagógica innovadora, en la que el alumnado colabora con organizaciones en un barrio de la ciudad de València, trabajando como facilitadores de un proceso de desarrollo. De esta manera, la interacción con otros actores del territorio y la posibilidad de aplicar la teoría de manera práctica favorecen la expansión de capacidades del alumnado como futuros profesionales.

Palabras clave: Aprendizaje en acción, capacidades, cooperación al desarrollo, desarrollo humano, innovación educativa.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La presente comunicación describe el potencial para la ampliación de capacidades en el alumnado de un enfoque metodológico que viene aplicándose desde hace seis años en el Máster Universitario en Cooperación al Desarrollo (MCAD) impartido en la Universitat Politècnica de València (UPV). Se trata de una titulación de 90 ECTS enmarcada en el campo de las ciencias sociales y dirigida a tituladas de diferentes perfiles que deseen orientar su ámbito de trabajo o disciplina académica a la cooperación al desarrollo y a los procesos de

desarrollo humano y sostenible en general. El máster tiene una duración de dos años y sus contenidos, estructura y metodologías se enfocan en ideales ambientales y de justicia social (Wilson-Strydom, 2015), aportando de esta manera a la consecución de la Agenda 2030.

Durante el primer año se imparten clases presenciales donde el alumnado aprende y reflexiona sobre las desigualdades globales, conoce las agendas internacionales o se les da a conocer el sistema de cooperación al desarrollo y sus controversias. En el 2º cuatrimestre aprenden enfoques, metodologías y técnicas para la investigación, la gestión del ciclo del proyecto de cooperación y la planificación de procesos de desarrollo. En este semestre es cuando tiene lugar el denominado Aprendizaje en Acción (en adelante AA), trasladando las aulas al barrio durante las últimas semanas de clase. El AA favorece no solo la aplicación práctica de conocimientos y habilidades, sino el desarrollo competencias transversales.

1.1. El Aprendizaje en Acción como innovación educativa.

La experiencia de AA objeto de estudio está vinculada con el trabajo de un equipo de innovación educativa propio del máster y es apoyada, para la conexión con las capacidades, por un Programa de Innovación y Mejora Educativa (PIME) de la UPV bienal e iniciado en el curso 2020-2021. Se tiene como antecedente otro PIME previo sobre el AA abordando otros aspectos. Asimismo, la experiencia del AA en el máster fue galardonada por la UPV como buena práctica docente en 2020.

El Aprendizaje en Acción es planteado como “una metodología de innovación docente orientada a la solución de problemas mediante la acción y la reflexión sobre los resultados, con el fin de contribuir al cambio y a la transformación social” (Leivas, Maicas y Fernández-Baldor, 2021:9). De esta manera, las alumnas y alumnos del máster participan como facilitadores en un proceso de desarrollo real, en un barrio de la ciudad de València, desplazándose al territorio durante varias semanas en colaboración estrecha con actores del barrio y aplicando lo aprendido en el aula. Se produce una fuerte conexión global-local, especialmente durante la primera diagnosis e inmersión posterior en el barrio, visualizando el aterrizaje de los ODS a la escala local. Se trata de un proceso que sirve de antesala al alumnado para sus posteriores prácticas externas y para su futura práctica profesional.

El AA se basa en tres fundamentos principales que dan significado a un proceso que “pretende fortalecer y mejorar las relaciones y los espacios de producción de conocimiento entre alumnado y profesorado y entre la universidad y la sociedad” (Leivas Maicas y Fernández-Baldor, 2021:10). Estos fundamentos son: la formación transformadora, la extensión universitaria y la investigación participativa (entre alumnado, docentes y actores sociales).

Desde el curso 2016-2017 el AA se ha realizado en 6 barrios de València, con sus adaptaciones en cada edición: Benicalap, Na Rovella, Patraix, Cabanyal, Natzaret y Orriols. Algunas de las temáticas tratadas han sido: influencia de las condiciones de habitabilidad en el bienestar de los jóvenes, aproximación a la memoria del barrio desde la población mayor, identidad y derechos de mujeres migrantes, planificación urbana con perspectiva cuidadora. Los productos obtenidos han sido vídeos participativos, mapeos de iniciativas implementadas en la plataforma CIVICS de Internet, exposiciones de fotografía social y podcasts. Se dispone así mismo de una colección en la web del máster (www.mastercooperacion.upv.es) de cuadernos docentes recogiendo la experiencia, las evidencias y las recomendaciones respecto a lo trabajado en cada edición del AA. También se cuenta con un canal de Youtube propio.

1.2. El Enfoque de Capacidades para el Desarrollo Humano.

El Enfoque de Capacidades para el Desarrollo Humano es un marco normativo iniciado por el economista Amartya Sen en los años 90 del S. XX y ampliado por la filósofa Martha Nussbaum, desde el cual poder conceptualizar de manera multidimensional los elementos que definen el bienestar humano, la justicia y el desarrollo. Pese a ser utilizado mayoritariamente en el ámbito del desarrollo (y, de hecho, se trata de un contenido a aprender en el primer semestre del máster), cuenta con un carácter multidisciplinar que lo hace versátil para su uso en otros campos como, en este caso, la educación superior (Boni, Lozano y Walker, 2010).

Como elemento principal de este enfoque se encuentran las capacidades, entendidas como “lo que las personas son capaces de hacer o ser de manera efectiva” y que, “tras reflexionar, valoran” (Robeyns, 2005:94). Todas las personas disponen de capacidades que podrán ser desplegadas según determinados factores internos y del entorno. Para poder ser efectivamente desarrolladas, las capacidades dependerán de factores de tipo personal, social y del entorno. Hablamos, por ejemplo, de capacidades muy diversas como: capacidad de tomar decisiones con buen juicio, capacidad de poder adaptarse al entorno (personal y/o profesional) o capacidad de utilizar el pensamiento crítico y la imaginación.

1.3. Objetivos.

El objetivo general OG de esta experiencia es: *Analizar cómo la metodología pedagógica del aprendizaje en acción puede fomentar un aprendizaje transformador que contribuya a expandir las capacidades profesionales del alumnado del MCAD, siendo que dichas capacidades conectan fuertemente con todos los ODS, por cuanto el MCAD forma a futuros profesionales que trabajarán por la erradicación de los problemas que aborda la AG2030.*

Los objetivos específicos que contribuyen al objetivo general son:

OE1.- Definir las capacidades del profesional del desarrollo que se quieren promover en el Máster en Cooperación al Desarrollo (MCAD) y que contribuyen positivamente a los ODS.

OE2.- Evaluar las capacidades del alumnado durante y tras el desarrollo del AA.

OE3.- Contrastar las capacidades valoradas con listados de capacidades establecidos.

METODOLOGÍA

El planteamiento metodológico, que ha buscado centrarse en las capacidades que el AA contribuye a desarrollar en el alumnado, se ha acompasado en el curso académico 2020-2021 con la secuencia del propio AA según muestra la figura 1. Durante 2021-2022, el PIME se ha dirigido a analizar las evidencias y se encuentra actualmente en el abordaje del OE3. Por ello, la metodología a continuación expuesta se centrará en lo ya finalizado (OE1 y OE2), según:

Fase 1. Identificación de capacidades, dando respuesta al OE1:

- Actividad 1.1. Investigación previa sobre el Aprendizaje en Acción: se entrevistó al alumnado que ha participado en los últimos 3 años en el proceso formativo AA y se realizó una síntesis/diagnóstico del mismo. Como evidencias, se cuenta con 15 entrevistas realizadas y analizadas, más un informe mediante el software Mural.
- Actividad 1.2. Definición de capacidades. Se realizó un taller con el alumnado durante el primer semestre, para identificar las capacidades con las que consideraban que

llegaban al máster. Como evidencias, se dispone de diapositivas del taller, cartas individuales con su listado de capacidades identificadas y listado con la definición y priorización a nivel colectivo de capacidades, basándose en las individuales.

Fase 2. Evaluación de capacidades, dando respuesta al OE2:

- Actividad 2.1. Evaluación de capacidades, mediante taller específico, antes de realizar las tres semanas de estancia en el barrio dentro del AA. Como evidencias se dispone de material elaborado en dicho taller.
- Actividad 2.2. Evaluación de capacidades tras finalizar el AA en el barrio. Esto ha permitido comprobar qué aprendizajes y capacidades tienen tras cursar el primer año de máster y, en concreto, tras realizar el AA. Como evidencias se tienen las diapositivas del taller y cuadernos de bitácora del alumnado (21 estudiantes) cumplimentados con MS Forms de TEAMS.

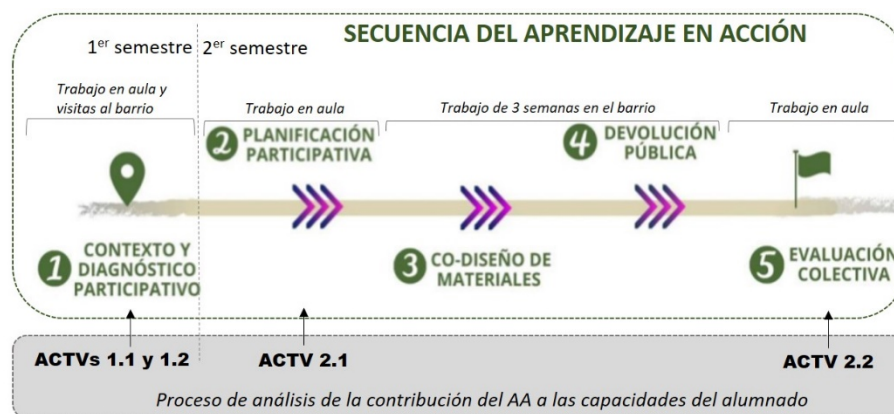


Fig.1. Metodología para el análisis de capacidades en relación al proceso de Aprendizaje en Acción.

Fuente: Elaboración propia a partir de Leivas, Maicas y Fernández-Baldor, 2021.

RESULTADOS

El análisis de las evidencias de las actividades vinculadas a la identificación de capacidades en el alumnado, permite afirmar que éste parte con unas expectativas respecto al máster muchas veces condicionadas por sus estudios previos (algunos en ingeniería y otros relacionados con las ciencias sociales); si cuentan con conocimientos asociados a los contenidos del máster, esto les generará una mayor seguridad a la hora de comenzar sus estudios. La mayoría de las expectativas con las que parten están vinculadas a: 1) trabajo en equipo, 2) pensamiento crítico, 3) deconstrucción personal, 4) generar relaciones personales y profesionales, 5) capacitación como profesionales del desarrollo. En base a estas expectativas, identificaron y definieron capacidades categorizadas en conocimientos, aptitudes y habilidades. Podemos destacar que otorgaron mayor importancia a desarrollar capacidades que les permitiesen ser autocríticos, tomar decisiones informadas, tener la mente abierta, trabajar en equipo colaborativamente, poder adaptarse, tener empatía, desarrollar la escucha activa y realizar análisis crítico. Todas ellas conectadas con una práctica crítica coherente con el tipo de profesionales de este sector (Pellicer, Boni y Calabuig, 2017), los cuales se moverán en contextos de alta incertidumbre y complejidad en los que las decisiones técnicas se entremezclan con factores sociales, ambientales y políticos de manera constante. Porque,

dado que el MCAD aborda los temas de desarrollo y cooperación desde un sentido transformador, estos futuros/as profesionales deben desarrollar capacidades como “la capacidad de entender y practicar la participación ciudadana, la necesidad de tener un enfoque y conocimiento global y actitudes que les permitan posicionarse en una mirada crítica, pero también transformadora” (Pellicer, Boni y Calabuig, 2017:202).

Fruto del trabajo desarrollado en 2020-2021 se ha observado que, tras su paso por el AA, el alumnado adquiere aprendizajes muy variados en relación a los propios contenidos del máster (asociadas a conocimientos teóricos y su aplicación práctica, herramientas y metodologías). Estos se traducen en capacidades relativas a la resolución de problemas, a la gestión del tiempo y a la comunicación efectiva, conectas a su vez con competencias transversales que la propia UPV pretende se fomenten en los estudios; también a un mayor entendimiento sobre la realidad y el contexto de trabajo de un/a profesional del desarrollo, como el que aporta un pensamiento crítico y la adquisición de una ética y valores como profesionales.

Tomando a Pedler y Burgoyne (2008), el AA es un enfoque orientado a la acción para la investigación y el aprendizaje que tiene conexiones con la Investigación-Acción, pues comparten una visión cíclica del proceso de aprendizaje en el que la experimentación, la reflexión y el aprendizaje se retroalimentan durante todo el proceso. Son esta experimentación y visión crítica elementos posibilitadores de la auto reflexión en el alumnado, lo que le lleva a reconocer capacidades y, además, favorecer su ampliación. Según Rigg y Trehan (2004), esta reflexión debe darse tanto a nivel individual en las personas participantes, como de manera grupal en los equipos que se forman durante el proceso del AA, por lo que afirmamos que herramientas como el cuaderno de bitácora o los espacios de socialización que se ponen en práctica en el AA son fundamentales para este cometido.

A través de estos aprendizajes evidenciados, el alumnado ha podido ver expandidas capacidades que les permitirán en su futuro profesional: 1) adquirir conocimiento, 2) tener un mejor juicio para tomar decisiones, 3) poder adaptarse a la realidad profesional, 4) utilizar el pensamiento crítico. Aun así, cabe destacar que esta ampliación de capacidades no puede atribuirse únicamente al planteamiento metodológico del AA, ya que otros factores externos al proceso superponen su influencia. Por otro lado, no se dispone por el momento de indicadores que puedan evidenciar si existe correlación entre la evolución formativa del alumnado que pasa por el AA con el desarrollo local de su entorno una vez desarrolla su vida profesional, más allá de su discurso expresado por escrito, que sí refleja cambios.

A pesar de las limitaciones existentes, como estrategia pedagógica que sigue un aprendizaje activo, el AA permite que los conocimientos disciplinares adquiridos durante el máster sean de utilidad para su vida académica y/o laboral. Además, el conjunto de habilidades y competencias desarrolladas durante el AA y el máster permiten al alumnado enfrentarse al futuro con una capacidad de adaptación a la realidad mejorada que repercute en aumentar sus aspiraciones de futuro y siendo consciente de su rol para la consecución de un mundo más justo.

CONCLUSIONES

Si bien trabajos anteriores como el de Leivas et al. (2020) realizaron una aproximación más teórica sobre cómo el AA en el MCAD podía contribuir al desarrollo de capacidades para la

justicia epistémica, la experiencia de innovación docente desarrollada desde 2020-2021 ha permitido identificar las capacidades desde la propia perspectiva del alumnado: aquellas que valora como necesarias y asociadas a su futura práctica profesional. Las mismas han sido contrastadas por profesorado especializado en el campo del desarrollo y la cooperación, así como de personas egresadas del MCAD que cuentan ya con experiencia profesional (aunque queda todavía un trabajo de sistematización y comparación con listas de capacidades ya elaboradas). Desde el Enfoque de las Capacidades no solo es útil disponer de un set de posibles capacidades definidas y acotadas a un determinado tipo de profesional, sino que es relevante que cada persona sea capaz de auto reflexionar sobre sus circunstancias y aspiraciones en su contexto particular (Rigg y Trehan, 2004).

Los resultados obtenidos demuestran que el empleo de enfoques metodológicos ligados a la investigación-acción y de corte participativo, en los que la práctica se desarrolla en lugares y organizaciones reales (sobre todo aplicado en la etapa final de sus estudios), contribuyen de manera positiva a aprendizajes más significativos en el alumnado asociados con capacidades que éste valora. De esta forma, la metodología del AA demuestra su potencial para ser empleada en los estudios universitarios (de corte más social, pero también tecnológico), siempre y cuando haya un compromiso de trabajo desde el equipo docente con la transformación social y la consecución de los ODS, así como con las entidades que desarrollan su labor en contextos locales, como puede ser una realidad barrial urbana.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación y al Instituto de Ciencias de la Educación de la UPV el apoyo recibido a través de la convocatoria de PIME, así como al trabajo de todas las personas y entidades que han posibilitado el desarrollo del AA.

REFERENCIAS

- Boni Aristizábal, A.; Calabuig Tormo, C.; Pellicer Sifres, V. (2017). Transforming the System from Within: Experiences of a Development Cooperation Masters. En Walker, M., Wilson-Strydom, M. (Eds.), *Socially Just Pedagogies, Capabilities and Quality in Higher Education* (pp. 201 - 220). Palgrave Macmillan, London.
- Boni Aristizábal, A.; Lozano Aguilar, J. F.; Walker, M. (2010). La educación superior desde el enfoque de capacidades. Una propuesta para el debate. *REIFOP*, 13 (3), 123-131.
- Leivas Vargas, M., Fernández-Baldor, A., Maicas-Pérez, M., Calabuig-Tormo, C. (2020). A Freirean Approach to Epistemic Justice: Contributions of Action Learning to Capabilities for Epistemic Liberation. In: Walker, M., Boni, A. (Eds.), *Participatory Research, Capabilities and Epistemic Justice* (pp. 89-114). Palgrave Macmillan, Cham.
- Leivas Vargas, M.; Maicas Pérez, M.; Fernández-Baldor Martínez, A. (2021). *Alzando voces, tejiendo futuros. Aprendizaje en Acción en la ciudad de València*. Universitat Politècnica de València.
- Pedler, M., y Burgoyne, J. (2008). Action learning. En Bardbury, H. (Ed.), *The SAGE Handbook of Action Research. Participative Inquiry and Practice*, (p. 179-187). SAGE Publications Ltd.
- Rigg, C., y Trehan, K. (2004). Reflections on working with critical action learning. *Action Learning: Research and Practice*, 1, 149-165.
- Robeyns, I. (2005). The Capability Approach: a theoretical survey. *Journal of Human Development*, 6(1), 93-117.
- Wilson-Strydom, M. (2015). *University Access and Success: Capabilities, diversity and social justice*. Routledge.

Proyecto educativo DYOR: Do Your Own Robot

Leopoldo Armesto Ángel^a y Eugenio Ivorra Martínez^b

^a Instituto de Diseño para la Fabricación y Producción, Universitat Politècnica de València (leoaran@upvnet.upv.es) ^b Instituto de Investigación e Innovación en Biotecnología, Universitat Politècnica de València (Euivmar@upvnet.upv.es).

Abstract

3D printers have become very popular, extensively promoting the maker movement. The educational project DYOR (Do Your Own Robot) has been created to answer the need for high-quality educational robotic resources, which provides many resources free of charge so that those interested in robotics can learn this discipline. This project includes a MOOC course that more than 35,000 people have taken.

Keywords: Mobile robot; Printbot; MOOC; 3D print; Makers.

Resumen

En la actualidad, se han hecho muy populares las impresoras 3D lo que ha impulsado mucho el movimiento *maker*. Aprovechando esta tendencia, se ha creado el proyecto educativo DYOR (Do Your Own Robot) que proporciona de forma gratuita muchos recursos educativos de gran calidad para que los interesados en robótica puedan aprender esta disciplina. Este proyecto incluye un curso MOOC que ha sido realizado por más de 35000 personas.

Palabras clave: Robótica móvil; Printbot; MOOC; Impresión 3D; Fabricación Digital; Electrónica.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La cultura del Open Source o software libre, que permite el intercambio global de la información, se ha extendido a nuevas áreas en la última década. Por un lado, encontramos lo que ya se denomina Open Hardware (Davidson, 2004), que consiste en el acceso libre a planos de construcción de objetos físicos para ser reproducidos y mejorados. Uno de los principales casos de éxito que se ha dado en el ámbito de la electrónica de microcontroladores es el sistema Arduino (*Arduino - Home*) que permite de una manera sencilla y económica desarrollar proyectos que requieran interacción con el medio físico. En este ámbito podemos encontrar también el proyecto RepRar (Sells et al., 2010) cuyo objetivo es el de crear máquinas que sean capaces de replicarse a sí mismas y que ha contribuido significativamente al uso de las impresoras 3D de escritorio. Este fenómeno, junto a la democratización del uso de otras tecnologías de fabricación digital (impresión 3D, corte por láser, CNC, etc....) ha sido bautizada por varios autores como la tercera revolución industrial (The Economist, 2012).

Una de las consecuencias de la fabricación digital es que la Comunidad Robótica tiene la oportunidad de alcanzar a un público mucho más amplio. En este sentido, la impresión 3D es una tecnología que está teniendo un impacto importante en el campo de la robótica (Sanabria Peña, 2018). Actualmente, es relativamente sencillo el proceso de descargar gran variedad de modelos de robots imprimibles, también conocidos como printbots que pueden ser utilizados en investigación y diversas actividades académicas (Armesto et al., 2014). Estos robots son mucho más que simples juguetes y pueden ser utilizados en múltiples formas como herramientas para los estudios de ingeniería y preingeniería. Pueden ser incorporados en cursos de robótica convencional y en todo tipo de proyectos educativos. Además, los printbots permiten generar proyectos ambiciosos que pueden ser llevados a cabo por grupos de estudiantes que, debidamente coordinados, pueden trabajar de forma complementaria en diferentes actividades multidisciplinares. En este documento se va a explicar el proyecto de printbot DYOR (*Do Your Own Robot*), el curso MOOC asociado y el caso de uso particular de la asignatura de Robótica móvil impartida en el grado de automática y electrónica industrial de la Escuela Técnica de Diseño de la Universitat Politècnica de València (UPV). Se trata de una asignatura optativa de tercer curso que forma parte de la mención de robótica de dicho grado de 6 créditos (3 de teoría de aula y 3 de prácticas de laboratorio) con 30 plazas para alumnos.

El objetivo general del proyecto DYOR es el de proporcionar un paquete educativo de robótica de bajo coste y gran atractivo y posibilidades que pueda ser usado en diferentes niveles educativos. Sus objetivos específicos son:

- Democratizar el acceso a un printbot de calidad para la enseñanza en robótica
- Incrementar la motivación e implicación con la robótica
- Facilitar la enseñanza de robótica móvil.

Estos objetivos se relacionan de forma directa con el ODS 4: Educación de Calidad al proporcionar una serie de recursos educativos proporcionados de forma gratuita. Además, se relaciona también con el ODS 10: Reducir la desigualdad en y entre los países, puesto que permite que personas con pocos recursos económicos puedan fabricarse su propio robot a un precio muy reducido e introducirse en el mundo de la robótica.

METODOLOGÍA

DYOR (Do Your Own Robot), es un paquete educativo, mucho más que un simple kit de robótica. Este proyecto nació en la UPV en 2016 con el propósito de ser implantado como actividad dentro del currículo de Secundaria, Formación Profesional, talleres de robótica y a nivel universitario, pero también para que personas autodidactas realicen su propio robot y que aprendan las bases de la ingeniería.

Asociado a DYOR, se ha creado el curso MOOC (*Massive Open Online Course*) titulado “DYOR: Diseña, fabrica y programa tu propio robot” (<https://www.edx.org/course/disena-fabrica-y-programa-tu-propio-robot>) con el objetivo de extender este paquete educativo a todas las posibles personas interesadas. Es probablemente un curso diferente a muchos otros cursos que podréis realizar, ya que no se centra exclusivamente en una herramienta o tecnología, si no que más bien, proporciona la base de un conjunto de herramientas que permitirán lograr los objetivos del curso: que diseñéis, fabriquéis, montéis y programéis vuestro propio robot

desde cero. Los alumnos aprenden a utilizar herramientas CAD (*TinkerCAD*), diseño electrónico (*Fritzing*) y programación por bloques de Arduino (*Facilino*) y apps Android (*APP Inventor v2*). El curso en la actualidad está en español, pero está previsto realizar la versión equivalente en inglés en un futuro cercano. El curso MOOC esta formado por las siguientes unidades temáticas:

- Unidad 1: Introducción
- Unidad 2: Diseño CAD
- Unidad 3: Fabricación digital
- Unidad 4: Electrónica y montaje
- Unidad 5: Programación y robótica

Además de para el entorno universitario, el curso es idóneo para profesores de centros educativos de diversa índole, cada uno adaptándolo a su manera. En España, Institutos de Educación Secundaria o IES, algunas especialidades de Formación Profesional, talleres de Robótica para niños, jóvenes o adultos, lo pueden perfectamente integrar dentro de sus currículos, adaptándolo cada uno a sus propios objetivos ya que requiere muy pocos conocimientos previos y utiliza herramientas software gratuitas y sencillas de utilizar.

Con objeto de poder dar servicio a la posible demanda de material necesario para el proyecto DYOR, la empresa Robótica Fácil, dispone de kits del robot listos para montar y de un portal de formación, pero el material necesario es fácilmente adquirible en multitud de comercios. De forma orientativa, el coste de los materiales para fabricar el robot está en torno a los 65€.

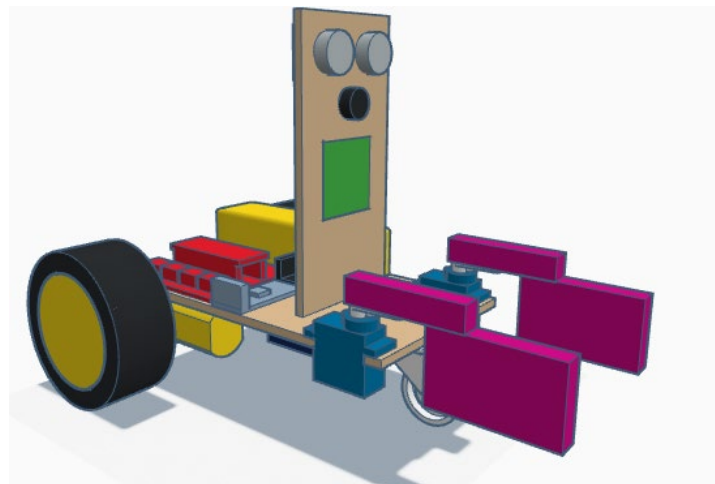


Fig. 1. Versión estándar del Robot DYOR realizado en Tinkercad

En la figura 1 se muestra el diseño CAD del robot DYOR realizado en Tinkercad en su versión estándar. Los componentes de los que consta dicho robot son los siguientes:

- Arduino Nano + Shield Arduino Nano I/O (rojo)
- Powerbank (amarillo)
- Ultrasonido HC-SR04 (gris claro)

- Zumbador de sonido (negro)
- Servos SG90 (azul) en la base
- Motores SmartCar (amarillo)
- Ruedas SmartCar (amarillo/negro)
- Driver DRV8833 (negro)
- Bluetooth (gris)
- Seguilíneas TCRT5000 (azul oscuro)
- Rueda loca (blanco)
- Matriz de LEDs (verde)
- Piezas de LEGO (morado)

Con el robot DYOR se pueden implementar multitud de actividades como controlar movimientos básicos, abrir/cerrar las pinzas para manipular objetos, seguir líneas, evitar obstáculos, salir de laberintos e incluso controlar el robot remotamente desde un dispositivo móvil.

En el caso particular del ámbito universitario se puede profundizar más realizando modificaciones sobre el diseño estándar y añadiendo diferentes sensores y actuadores tal y como veremos en la sección de resultados. Además, en este contexto se puede explicar conceptos más avanzados de robótica como el modelado cinemático. Para los robots móvil de direccionamiento diferencial como es el caso de DYOR, el propósito principal del modelado cinemático es representar la velocidad del robot en función de las velocidades de las ruedas utilizando los parámetros geométricos del robot.

RESULTADOS

En la Figura 2 se muestra un conjunto de robots diseñados por alumnos de la UPV en 2017 en la asignatura de Robótica Móvil que se imparte en la ETSID. Tal y como se ve en la figura, los alumnos, aunque tenían la posibilidad de realizar únicamente el diseño estándar, estaban muy motivados e implicados y han realizado modificaciones importantes sobre el diseño básico para añadir diferentes sensores, actuadores, chasis e incluso configuración de ruedas. El proyecto DYOR les da una base sólida sobre la que trabajar y plena libertad para desarrollar su creatividad con lo que se obtiene un mejor aprendizaje.

El curso MOOC vinculado a DYOR tiene un gran éxito en número de alumnos tal y como se muestra en la gráfica de la figura 3. En 2017 el número es más bajo por dos motivos: es el año de lanzamiento del curso y se empezó a mitad de año. En el 2021-2022 también se aprecia un descenso de los alumnos debido a que es el año académico en curso (se cuenta hasta septiembre).



Fig. 2: Robots diseñados por alumnos en la UPV utilizando la metodología propuesta (incorporando sus propias modificaciones).

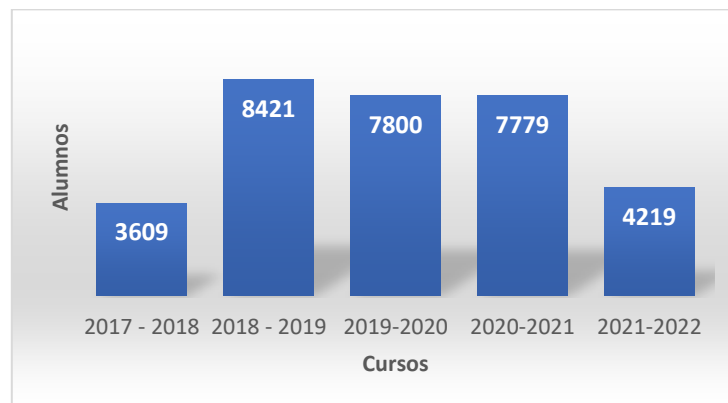


Fig.3 Alumnos que han realizado el Curso MOOC de DYOR

CONCLUSIONES

El proyecto DYOR lo ha realizado más de 30.500 alumnos a través del curso MOOC gratuito disponible en EDX. Además, se ha demostrado que es posible su utilización también a nivel universitario en una asignatura de un grado oficial. Las posibilidades que ofrece este paquete

educativo hacen que los alumnos tengan una gran motivación, realizando trabajos de robótica mucho más complejos y avanzados de los requeridos en la asignatura. En un futuro cercano se pretende traducir el curso al inglés para poder llegar a más público y cumplir mejor los ODS de garantizar una educación de calidad y reducir las desigualdades existentes en el acceso a la robótica por parte de gente con pocos recursos económicos de habla inglesa.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer el soporte en fabricación y materiales que proporciona la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la UPV sin el cual no sería posible este proyecto.

REFERENCIAS

- Arduino—Home. (s. f.). Recuperado 9 de mayo de 2022, de <https://www.arduino.cc/>
- Armesto, L., Conejero, A., Fernández, M., Fuentes, P., Perry, D., Berti, E., Marhuenda, V., Igual, C., de la Fuente, C., & Elesgaray, O. (2014). *Printbots: Un gran paso hacia adelante*. Jornadas de automática XIV.
- Davidson, S. (2004). Open-source hardware. *IEEE design & test of computers*, 21(5), 456-456.
- Sanabria Peña, O. H. (2018). *Análisis de relaciones del movimiento Maker con la educación en tecnología. Una mirada al semillero "Robótica e Impresión 3D" de la ETITC*.
- Sells, E., Bailard, S., Smith, Z., Bowyer, A., & Olliver, V. (2010). RepRap: The replicating rapid prototyper: Maximizing customizability by breeding the means of production. En *Handbook of Research in Mass Customization and Personalization: (In 2 Volumes)* (pp. 568-580). World Scientific.
- The Economist. (2012). The third industrial revolution. *The Economist*. <https://www.economist.com/node/21553017>.

Universidad y Objetivos de Desarrollo Sostenible: el proyecto EDIBO como ejemplo de Responsabilidad Social Universitaria sostenible

Olga Ampuero-Canellas^a, Jimena González-del-Río^a, Begoña Sáiz Mauleón^b y Nereida Tarazona-Belenguer^a

^aDepartamento de Ingeniería Gráfica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID). Universitat Politècnica de Valencia (UPV). Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia (España). olamca@upv.es, jigondel@degi.upv.es, netabe@upv.es.

^bDepartamento de Expresión Gráfica Arquitectónica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID). Universitat Politècnica de Valencia (UPV). Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia (España). bsaizma@ega.upv.es.

Abstract

The university of the 21st century must take an active part and work for the sustainable development of the environment. This research analyzes the EDIBO project, aimed at reducing the problem of youth unemployment, and establishes its relationship with the Sustainable Development Goals proposed by the UN. The results show that EDIBO works mainly on SDGs 4, 5, 8 & 17, an example of the university's contribution to sustainable development.

Keywords: University Social Responsibility, ODS, EDIBO, Bootcamp, Youth Unemployment, ICT.

Resumen

La universidad del siglo XXI debe tomar parte activa y trabajar por el desarrollo sostenible del entorno en el que se encuentra. Esta investigación analiza el proyecto EDIBO, orientado a reducir el problema del desempleo juvenil, y establece su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU. Los resultados obtenidos muestran que EDIBO trabaja principalmente los ODS 4, 5, 8 y 17; lo que constituye un ejemplo de contribución de la universidad al desarrollo sostenible.

Palabras clave: Responsabilidad Social Universitaria, ODS, EDIBO, Bootcamp, desempleo juvenil, TIC.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La visión actual de la universidad no se limita a las funciones tradicionales de docencia, investigación y extensión (Martínez de Carrasquero et al., 2008), sino que también se requiere de ella que sea una parte activa de la comunidad en la que se encuentra (Albulescu y Albulescu, 2014). Por tanto, desde la perspectiva de la universidad del siglo XXI, esta debe tener una función social (Martínez de Carrasquero et al., 2008; Ibarra Uribe et al., 2020) y ser una aliada en el proceso de desarrollo social (Martínez de Carrasquero et al., 2008),

contribuyendo a mejorar las condiciones de personas e instituciones (Albulescu y Albulescu, 2014) y, en último término, al desarrollo sostenible de su comunidad.

Fruto de la consideración de que la vida universitaria no debe estar desligada del contexto social en el que la institución de educación superior se ubica, nace el concepto de Responsabilidad Social Universitaria (RSU) en Latinoamérica a comienzos del siglo XXI (Ibarra Uribe et al., 2020). Este término, estrechamente vinculado a su homólogo en el ámbito empresarial, la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) (De la Calle y Giménez, 2011), podría ser definido como “la responsabilidad de la universidad por los impactos sociales y ambientales que genera (...) a fin de participar junto con los demás actores de su territorio de influencia en la promoción de un desarrollo humano justo y sostenible” (Vallaey y Álvarez Rodríguez, 2019: 112-113).

De manera general, las definiciones encontradas de RSU nos remiten al deseo de conseguir un desarrollo sostenible y esto enlaza directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). De hecho, Pernía et al. (2022) consideran estos objetivos como una oportunidad para orientar las políticas de RSU hacia las preocupaciones y realidades mundiales.

Los ODS, categorizados en 17 objetivos y concretados en 169 metas, fueron aprobados por los Estados Miembros de las Naciones Unidas en 2015, coincidiendo con el Acuerdo de París de la Conferencia sobre el Cambio Climático (COP21). Forman parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y constituyen una llamada a la acción de forma universal (PNUD, s. f.).

En este punto de unión entre RSU y ODS encontramos numerosas y diversas actuaciones en el ámbito de la docencia, la investigación y la extensión universitaria. El objetivo principal de este trabajo reside en analizar una de estas acciones, el proyecto EDIBO, a la luz del concepto de RSU y de los ODS para presentarlo como una contribución al desarrollo sostenible desde la universidad.

El proyecto EDIBO, European Digital Bootcamps, es un proyecto europeo de 36 meses de duración, patrocinado por la EEA and Norway Grants Fund for Youth Employment, en el que participa la Universitat Politècnica de València conjuntamente a instituciones de otros cinco países: Letonia, Lituania, Bulgaria, Grecia e Italia. EDIBO fomenta la formación e inserción laboral de jóvenes de entre 25 y 29 años en riesgo de exclusión social.

En concreto, los objetivos específicos a alcanzar con esta investigación son los siguientes:

- Exponer un ejemplo de Responsabilidad Social Universitaria (RSU) vinculado a la consecución de los Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS).
- Aplicar los ODS para el estudio y análisis de un proyecto de investigación.
- Determinar cuáles de los 17 ODS propuestos por la Agenda 2030 son más afines al trabajo desarrollado por el proyecto EDIBO.
- Fomentar la necesidad de relacionar los proyectos llevados a cabo en la universidad con los ODS, promoviendo así un compromiso con el desarrollo sostenible por parte de las instituciones y comunidades universitarias.

METODOLOGÍA

Para la consecución de estos objetivos se plantea una metodología de carácter cualitativo estructurada en dos fases. En la primera fase se realiza un análisis de contenido del material interno y del material promocional diseñado y desarrollado con el proyecto: página web (<https://digitalbootcamps.eu/>), noticias en prensa, redes sociales (Twitter, Facebook, LinkedIn), folleto publicitario, memoria e informe de resultados del proyecto. Tras este análisis, se procede a seleccionar los ODS más relacionados con los objetivos del proyecto EDIBO: 1 (fin de la pobreza), 4 (educación de calidad), 5 (igualdad de género), 8 (trabajo decente y crecimiento económico), 10 (reducción de las desigualdades) y 17 (alianzas para lograr los objetivos).

En la segunda fase, se realizan entrevistas a tres investigadores participantes en el proyecto EDIBO. El instrumento de recogida de datos empleado fue un cuestionario donde en una columna se listaron las metas que componen cada uno de los seis objetivos seleccionados anteriormente y en otra columna el nivel de relación del proyecto con cada una de ellas (ALTO, MEDIO o BAJO), dejando otra columna para aclaraciones adicionales. En esta fase se siguió una metodología similar a la empleada por Camarán, Barón y Rueda (2019).

RESULTADOS

A continuación, se presentan las relaciones encontradas entre el proyecto EDIBO y los ODS, que aparecen recogidas de manera resumida en la Tabla 1, en la que se establecen tres niveles de relación, bajo, medio y alto.

El proyecto EDIBO se dirige a jóvenes que no están estudiando ni trabajando, que se encuentran desempleados y tienen severas dificultades para formarse y educarse debido a la actual crisis económica y social. Por tanto, se relaciona de manera estrecha con la meta 8.6, enfocada especialmente en los “ninis”. El fin del proyecto es mejorar las condiciones de empleabilidad (meta 8.5) de estos jóvenes y también fomentar en ellos el emprendimiento para que, aquellos que lo deseen, sean capaces de crear su propia empresa (meta 8.3).

A su vez, el proyecto EDIBO se plantea también como una investigación dirigida a construir y testear un modelo de negocio eficaz y sostenible para reducir el desempleo juvenil que pueda continuarse desde la iniciativa privada o pública, una vez terminados los 36 meses de duración del proyecto. A este respecto encontramos también una fuerte relación de EDIBO con el ODS 8 y, en concreto con las metas 8.3, 8.5 y 8.6.

Los destinatarios del proyecto son jóvenes menores de 30 años, con especial atención hacia aquellos que forman parte de colectivos desfavorecidos: pobres, mujeres, inmigrantes, jóvenes del medio rural... Al enfocarse hacia estos grupos concretos, EDIBO estaría vinculado con la meta 1.5, por dirigirse a jóvenes en situaciones vulnerables; con la meta 5.5, por poner especial atención en la formación de las mujeres; con la meta 4.5, por asegurar el acceso a la formación; y con la meta 10.2, al potenciar y promover la inclusión social mediante la formación y mejora de la empleabilidad.

La formación que propone EDIBO consiste en diez semanas de formación intensiva en TICs combinada con competencias transversales (inglés, emprendimiento, trabajo en grupo...).

Esta naturaleza formativa lo relaciona claramente con el ODS 4 y, en concreto, podemos especificar su contribución a las metas 4.3 y 4.4; pero también con la meta 5.b relativa a fomentar el uso de las TICs entre las mujeres. Tras la fase de formación, los participantes tenían la oportunidad de realizar prácticas en empresas, lo que contribuye a mejorar notablemente sus posibilidades de encontrar empleo (meta 8.5) pues muchos acabaron siendo contratados por las empresas después de las prácticas.

Tabla 1. ODS relacionados con el proyecto EDIBO y nivel de relación

ODS	METAS TRABAJADAS EN EL PROYECTO EDIBO	NIVELES
ODS 1. Fin de la pobreza	1.5 Para 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y a otros desastres económicos, sociales y ambientales.	1
ODS 4. Educación de calidad	4.3 De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria	3
	4.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento	3
	4.5 De aquí a 2030, eliminar las disparidades de género en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad	2
ODS 5. Igualdad Género	5.5 Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública	2
	5.b Mejorar el uso de la tecnología instrumental, en particular la tecnología de la información y las comunicaciones, para promover el empoderamiento de las mujeres	3
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico	8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros	2
	8.5 De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor	2
	8.6 De aquí a 2020, reducir considerablemente la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación	3
ODS 10. Reducción de las desigualdades	10.2 De aquí a 2030, potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición	1
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos	17.6 Mejorar la cooperación regional e internacional Norte-Sur, Sur-Sur y triangular en materia de ciencia, tecnología e innovación y el acceso a estas, y aumentar el intercambio de conocimientos en condiciones mutuamente convenidas, incluso mejorando la coordinación entre los mecanismos existentes, en particular a nivel de las Naciones Unidas, y mediante un mecanismo mundial de facilitación de la tecnología	2
	17.17 Fomentar y promover la constitución de alianzas eficaces en las esferas pública, público-privada y de la sociedad civil, aprovechando la experiencia y las estrategias de obtención de recursos de las alianzas	3

* Significado de los niveles de relación con el ODS: (1) Bajo; (2) Medio; (3) Alto.

La formación propuesta por EDIBO se inspira en el “Rapid Technology Skills Training” desarrollado por el Banco Mundial. Esta estrategia recaba información de las empresas, los

futuros empleadores, sobre qué puestos se necesitan cubrir y se planifica una formación específica y adaptada a estas necesidades. Por el hecho de haber establecido alianzas estrechas entre empresas y formadores, el proyecto EDIBO se relaciona con la meta 17.17.

Por último, EDIBO ha sido promovido y financiado dentro del EEA and Norway Grants Fund for Youth Employment, que apoya iniciativas de proyectos transnacionales que promueven el empleo juvenil sostenible y de calidad en Europa. EEA and Norway Grants representa la contribución de Islandia, Liechtenstein y Noruega a la reducción de las disparidades económicas y sociales y al fortalecimiento de las relaciones bilaterales con 15 países de la UE en el centro y sur de Europa y los países bálticos. A su vez, en el proyecto participaron siete socios procedentes de seis países diferentes (Letonia, Lituania, Bulgaria, Grecia, Italia y España). En esta colaboración internacional encontramos una clara asociación con la meta 17.6.

CONCLUSIONES

La comparación entre los ODS y el proyecto EDIBO nos ha permitido determinar que el proyecto EDIBO guarda relación principalmente con los ODS 4, 5 y 8; y con las metas 4.4, 4.5, 5.5, 8.5 y 8.6. Además, podemos establecer tres conclusiones importantes.

En primer lugar, el proyecto EDIBO es un proyecto con carácter social *per se* y, por tanto, podría incluirse en el concepto de responsabilidad social universitaria. Ante un problema en la sociedad, como son las elevadas cifras de jóvenes que ni estudian ni trabajan, la universidad reacciona y participa en este proyecto. La universidad interviene así en su entorno más cercano para tratar de solucionar o, al menos, reducir este problema.

En segundo lugar, el proyecto EDIBO es un proyecto de desarrollo sostenible pues, como se ha visto en el análisis realizado, contribuye al desarrollo sostenible principalmente en los ámbitos de la educación (ODS 4), el empleo (ODS 8) y la igualdad de género (ODS 5).

En tercer lugar, esta investigación ofrece una forma de analizar acciones en el ámbito universitario a partir de los ODS, determinando aquellos ODS más relacionados y su nivel de relación. Consideramos que este análisis podría ser utilizado para analizar todo tipo de acciones (educativas, investigadoras, etc.) y fomentar así la necesidad de relacionar los ODS con toda actividad universitaria, contribuyendo a lograr una universidad socialmente más responsable.

AGRADECIMIENTOS

El proyecto EDIBO ha sido financiado por la EEA and Norway Grants Fund for Youth Employment. Agradecemos a su vez la participación en el estudio de los investigadores del proyecto EDIBO de la UPV.

REFERENCIAS

- Albulescu, I., y Albulescu, M. (2014). The University in the community. The university's contribution to local and regional development by providing educational services for adults. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 142, 5-11. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.578>
- Camarán, M. L., Barón, L., y Rueda, M. P. (2019). La Responsabilidad social empresarial y los objetivos del desarrollo sostenible (ODS). *Revista Científica Teorías, Enfoques y Aplicaciones en las Ciencias Sociales*, 11(24), 41-52. <https://orcid.org/0000-0001-9563-8653>
- De la Calle, C., y Giménez, P. (2011). Aproximación al concepto de Responsabilidad Social del Universitario. *Revista Comunicación y Hombre*, 7, 237-247.
- Ibarra Uribe, L. M., Fonseca Bautista, C. D., & Santiago García, R. (2020). La responsabilidad social universitaria. Misión e impactos sociales. *Sinéctica*, (54), e1008. [https://doi.org/10.31391/s2007-7033\(2020\)0054-011](https://doi.org/10.31391/s2007-7033(2020)0054-011)
- Martínez de Carrasquero, C., Mavárez, R. J., Rojas, P., y Carvallo, B. (2008). La responsabilidad social universitaria como estrategia de vinculación con su entorno social. *Frónesis*, 15(3), 81-103. Recuperado en 13 de mayo de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-62682008000300006&lng=es&tlng=es.
- Pernía, J. C., Sanabria, L. G. P., Mosqueda, M. D. L. L. T., y Sanabria, M. E. (2022). Objetivos de Desarrollo Sostenible y Responsabilidad Social Universitaria. *Revista de ciencias sociales*, 28(1), 367-385.
- PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (s. f.). Objetivos y metas de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Vallaey, F., y Álvarez Rodríguez, J. (2019). Hacia una definición latinoamericana de Responsabilidad Social Universitaria: Aproximación a las preferencias conceptuales de los universitarios. *Educación XXI: Revista de la Facultad de Educación*, 22(1), 93-116. 10.5944/educXX1.19442

LEGOFAB_fabricando juguetes en el aula

Pablo E. Romero^a, Esther Molero^a, Óscar Rodríguez-Alabanda^a y Guillermo Guerrero-Vacas^a

^aDepartamento de Mecánica, Escuela Politécnica Superior, Campus de Rabanales, Edificio Leonardo da Vinci, 14014 Córdoba. Mail: p62rocap@uco.es.

Abstract

LEGOFAB methodology allows students enrolled in the subject "Manufacturing Engineering" to handle instruments and tools used during the manufacturing process of a toy (manufacture of a prototype, mould machining, plastic injection, metrological control). It has been verified that, thanks to this methodology, the students' interest in the subject has increased and that the understanding of the contents of the subject has been improved.

Keywords: teaching innovation, LEGO, manufacturing engineering, SolidWorks.

Resumen

La metodología LEGOFAB permite que los alumnos matriculados en la asignatura "Ingeniería de Fabricación" manejen instrumentos y herramientas utilizados durante el proceso de fabricación de un juguete (fabricación de un prototipo, mecanizado del molde, inyección de plástico, control metrológico). Se ha comprobado que, gracias a esta metodología, el interés de los alumnos por la asignatura ha aumentado y que ha mejorado la comprensión de contenidos de la asignatura.

Palabras clave: innovación docente, LEGO, ingeniería de fabricación, SolidWorks.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En la Escuela Politécnica Superior de Córdoba (EPSC) se imparten los Grados de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería en Electrónica Industrial. En segundo curso, se imparte la asignatura "Ingeniería de Fabricación", que es común para las tres especialidades. En ella, se presentan los distintos procesos de fabricación que se usan en la industria para fabricar un producto (Romero, Molero y Rodríguez-Alabanda, 2021).

Durante los últimos años, los profesores de la asignatura han advertido lo siguiente: (i) algunos alumnos tienen problemas para superar la asignatura, principalmente por la extensión de los contenidos teóricos; (ii) los conocimientos adquiridos son rápidamente olvidados por los alumnos (no dejan poso en ellos); (iii) hay ciertos contenidos teóricos que no tienen correlación con los contenidos prácticos de la asignatura; (iv) los contenidos prácticos no están interconectados entre ellos.

Para intentar resolver las cuestiones anteriormente descritas, los profesores del área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación (área encargada de impartir la asignatura) han puesto en marcha un proyecto de innovación docente denominado LEGOFAB. El proyecto

consiste en aprender a manejar ciertas herramientas e instrumentos que se usan durante el proceso de fabricación de un juguete.

El uso de juguetes en asignaturas de fabricación no es nuevo. Ringwood et al. (2005) emplearon LEGO Mindstorm en una asignatura de diseño en primer curso de ingeniería. Las conclusiones del trabajo fueron que: (i) el uso de LEGO favorece el espíritu creativo en una etapa temprana; (ii) demuestra a los estudiantes de primer año la esencia de la ingeniería, que puede no suele resultar obvia a través de otras asignaturas de primer y segundo curso; (iii) es una experiencia práctica agradable, que puede ayudar a retener a los estudiantes en una etapa crucial de la carrera; (iv) es un ejercicio de grupo significativo, con todas las características de un proyecto profesional de ingeniería (trabajo en equipo, comunicación), que puede ayudar a unir al alumnado de la clase e integrar a grupos de estudiantes dispares. El profesor John Hart, responsable de la asignatura “Fundamentals of Manufacturing Processes” en el Instituto Politécnico de Massachussets (MIT) utiliza LEGO en sus clases de forma recurrente, para explicar los procesos necesarios para fabricarlos (Hart, 2018). Hart justifica su uso en varios motivos: (i) los juguetes son elementos baratos; (ii) tienen muchas horas de ingeniería; (iii) los alumnos conocen perfectamente estos productos. Lugaresi, Friggerio y Matta (2020), han usado LEGO Mindstorm para montar en el aula líneas automatizadas de fabricación. Esta metodología ha permitido a los alumnos ser conscientes de la dificultad y los problemas asociados a sistemas reales y a desarrollar estrategias que permitan resolver dichos problemas.

El objetivo del presente trabajo es describir la metodología docente LEGOFAB y presentar la valoración que ha obtenido dicha metodología por parte de los 40 alumnos de la asignatura “Ingeniería de Fabricación”, impartida en el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial. Los resultados obtenidos son muy importantes, ya que servirán para mejorar la metodología en cursos venideros.

METODOLOGÍA

La metodología LEGOFAB se ha puesto en marcha en el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial. Se ha aplicado exclusivamente a las sesiones prácticas de la asignatura, si bien en las sesiones teóricas, el profesor responsable ha ido haciendo referencias puntuales a herramientas o resultados obtenidos en las sesiones LEGOFAB.

En la primera sesión de prácticas, cada alumno recibe un vehículo distinto fabricado con un mínimo de cinco piezas distintas de LEGO Duplo (Figura 1a y 1b). Durante las sesiones prácticas, el alumno será protagonista de un proceso de ingeniería inversa: (i) medir las piezas que conforman el juguete (Figura 1c); (ii) modelar las piezas en 3D (Figura 1d); (iii) fabricar un prototipo mediante impresión 3D; (iv) mecanizar el molde necesario para fabricar grandes lotes de piezas; (v) inyectar plástico y fabricar las piezas de LEGO.

A continuación, se describen los bloques en los que se dividen las sesiones prácticas, así como las conexiones de estas sesiones con los bloques de teoría y/o con otras asignaturas:

- Croquizado y medición de cada una de las piezas del juguete utilizando distintos instrumentos de medida (conecta con el bloque estudiado en teoría dedicado a metrología dimensional, y con la asignatura de primero “Sistemas de Representación”). Se pretende transferir conocimientos relativos a errores típicos

asociados al proceso de medida y necesidad del cálculo de incertidumbres, entre otros.

- Modelado en 3D de las piezas del juguete, utilizando el software de diseño SolidWorks, a partir de las medidas tomadas en el bloque anterior (conecta con la asignatura optativa “Diseño Asistido por Computador”). Se pretende transferir conocimientos relativos al diseño adecuado de las piezas en función del proceso usado para fabricarlas (*design for manufacturing*). En este caso concreto, se diseñará la pieza pensando en que va a ser inyectada en un molde que va a ser mecanizado: redondeos, ángulos de salida, espesor constante en las distintas partes de la pieza.
- Fabricación del prototipo de una de las piezas mediante impresión 3D mediante el software CURA (conecta con el bloque dedicado a conformado de polímeros y con la asignatura de “Trabajo Fin de Grado”). Se pretende transferir conocimientos relativos a: materiales termoplásticos más usados, temperaturas de transición vítrea de los más comunes y parámetros más importantes del proceso de impresión.
- Generación y simulación del código G necesario para mecanizar el molde de una de las piezas de LEGO; para ello se usa el módulo CAM de SW y el software gratuito FAGORCNC (conecta con el bloque dedicado al conformado mediante arranque de viruta). Se pretende transferir conocimientos relativos a: operaciones típicas en un centro de mecanizado, herramientas necesarias para realizarlas, cálculo y selección de parámetros de máquina, posibles colisiones herramienta-pieza e importancia del tiempo de corte.
- Fabricación de las piezas mediante inyección, que es el proceso utilizado en la industria para fabricar los juguetes; para ello, se usa el módulo PLASTICS de SW (conecta con el bloque dedicado a procesos de conformado por moldeo). Se pretende transferir conocimientos relativos a: partes de un molde, circuitos de enfriamiento y calentamiento del molde, selección de temperatura de inyección, fases del ciclo de inyección y problemas más comunes en la inyección (disparos cortos, rechupes, tensiones residuales).

La evaluación del nivel de adquisición de competencias por parte del alumno se realiza mediante un portfolio. En dicho portfolio, el alumno va recogiendo todo lo que ha aprendido a lo largo del cuatrimestre en las distintas sesiones prácticas. Al final del curso, el alumno entrega el portfolio al profesor, y este lo evalúa mediante una rúbrica.

Para conocer la opinión del alumnado sobre la iniciativa LEGOFAB se ha redactado una encuesta (Tabla 1). La encuesta, que ha sido realizada por treinta alumnos, permite detectar las fortalezas y debilidades de la metodología propuesta.

RESULTADOS

Los resultados medios obtenidos en cada pregunta de la encuesta se muestran en la Tabla 1. La nota mínima obtenida ha sido 3.40 y la nota máxima 4.37 (sobre una nota máxima de 5.00 puntos). La desviación típica oscila entre 0.65 y 1.22.

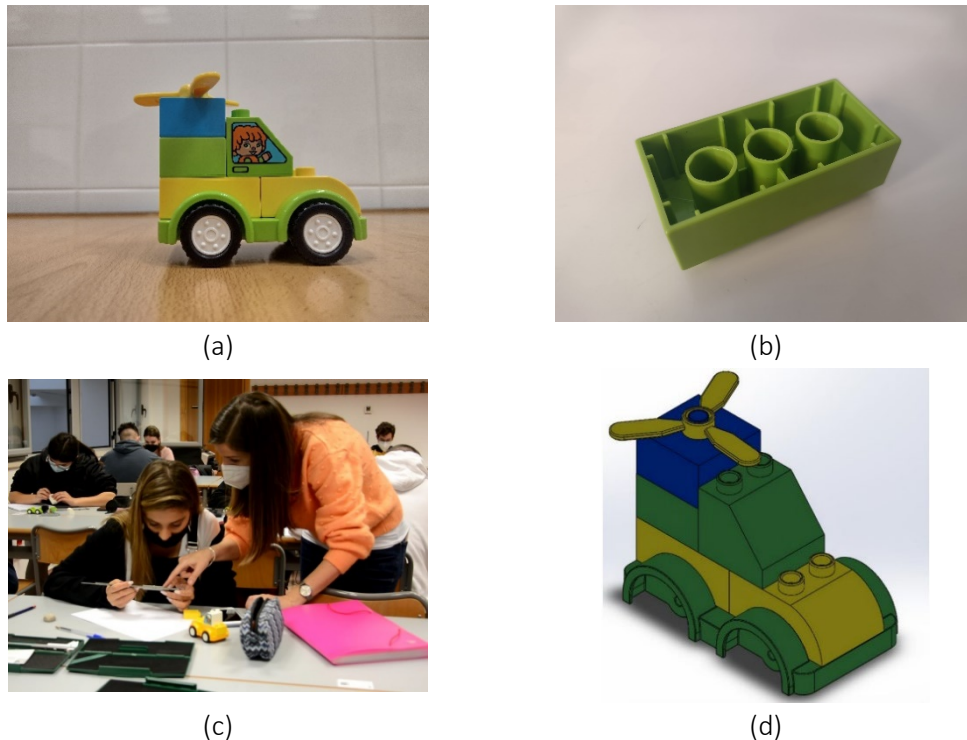


Fig. 1. Imagen de uno de los juguetes usados en LEGOFAB (a); detalle de algunas de las piezas del juguete (b); profesora explicando a una alumna el manejo de un pie de rey durante sesiones de metrología (c); conjunto diseñado en 3D mediante el software SolidWorks (d).

La encuesta incluía una cuestión final y abierta. Se pidió al alumno que escribiera una palabra que definiera la sensación que tenía cuando pensaba en el proyecto. Las palabras que más se repitieron fueron “curiosidad” e “interesante”, seguidos de “aprendizaje”, “diversión” y “motivación”. Precisamente, los apartados de la encuesta que han alcanzado mayor puntuación son los relativos a recursos utilizados (4.20), uso de juguetes (4.17), secuencia de contenidos (4.17), participación y clima de trabajo (4.00), aumento del interés en la asignatura (4.03), interés del proyecto (4.37).

Los apartados de la encuesta que han alcanzado menor puntuación se muestran en la Tabla 2. Para facilitar su análisis, dichos apartados se han agrupado según su afinidad. A partir de estos resultados obtenidos, se proponen las siguientes propuestas de mejora:

- 1) Intentar reforzar los lazos existentes entre lo explicado en las clases de teoría y el trabajo realizado en durante las clases prácticas (LEGOFAB). Estos lazos son más fuertes en las primeras sesiones (relativas a metrología), pero seguramente sean más débiles en las sesiones relativas a fabricación aditiva, fabricación sustractiva e inyección de plástico.
- 2) Preparar mejores materiales para las clases prácticas (en forma de tutoriales, por ejemplo). En este primer curso se ha elaborado guiones de prácticas, que el alumno debe de leer antes de ir a la sesión práctica, aunque parece ser que no han sido suficientes.

Tabla 1. Resultados de la encuesta realizada entre los alumnos de la asignatura "Ingeniería de Fabricación".

Apartado	Nota Media	Desviación
Las sesiones prácticas del proyecto LEGOFAB complementa lo aprendido en las sesiones teóricas	3.87	0.94
Los recursos didácticos utilizados (juguetes, instrumentos de medida, programas de ordenador, ...) son adecuados	4.20	0.71
El uso de juguetes en la actividad me parece motivador	4.17	0.95
La secuencia de contenidos en las prácticas me parece correcta	4.17	0.83
Las sesiones prácticas del proyecto LEGOFAB están bien preparadas/organizadas	3.70	1.06
El proyecto LEGOFAB facilita la comprensión de los contenidos de la asignatura	3.67	1.09
El proyecto fomenta un clima de trabajo y participación	4.00	0.90
El proyecto motiva al alumnado para que se interese por la asignatura	4.03	0.89
La forma de evaluar el proyecto (mediante portfolio) me parece acertada	3.52	1.18
Estoy satisfecho con la labor docente del profesor responsable de mi grupo de prácticas	3.87	1.22
El proyecto LEGOFAB me ha parecido interesante	4.37	0.67
La carga de trabajo realizado es adecuada al peso del portafolio en la nota final de la asignatura	3.40	1.13
Indica la nota global que te merece el proyecto LEGOFAB	4.07	0.65

Tabla 2. Apartados de la encuesta que han alcanzado menor puntuación, agrupados por afinidad.

Afinidad	Apartado de la encuesta
Conexión entre teoría y práctica	Las sesiones prácticas del proyecto LEGOFAB complementa lo aprendido en las sesiones teóricas
	El proyecto LEGOFAB facilita la comprensión de los contenidos de la asignatura
Preparación e impartición de las clases prácticas	Las sesiones prácticas del proyecto LEGOFAB están bien preparadas/organizadas
	Estoy satisfecho con la labor docente del profesor responsable de mi grupo de prácticas
Evaluación de las prácticas	La forma de evaluar el proyecto (mediante portfolio) me parece acertada
	La carga de trabajo realizado es adecuada al peso del portafolio en la nota final de la asignatura

- 3) Mejorar la coordinación entre los distintos profesores de prácticas que intervienen en LEGOFAB, de manera que en todas las sesiones simultáneas se alcancen similares resultados de aprendizaje.
- 4) Modificar o mejorar el método de evaluación de LEGOFAB. Los alumnos se quejan de la cantidad de horas que deben de dedicar en casa a elaborar el porfolio, si bien es cierto que el peso de este en la nota final es de un 20%.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la metodología LEGOFAB es adecuada y ha conseguido cumplir muchos de los objetivos buscados inicialmente, como: (i) aumentar el interés del alumno por la asignatura “Ingeniería de Fabricación”; (ii) motivar al alumno a asistir a las sesiones prácticas; (iii) acercar al alumno a un proceso de fabricación “real”, y a los problemas que surgen en los distintos pasos del proceso; (iv) secuenciar los contenidos prácticos de manera lógica; (v) diversificar las sesiones prácticas, para que cada una conecte con uno de los bloques de teoría.

La metodología ha conseguido una calificación de 4.07 sobre 5.00, con una desviación típica de 0.65. A pesar de este hecho, algunos apartados de la encuesta han obtenido una menor puntuación. En concreto, han sido los relacionados con la conexión entre los contenidos teóricos y prácticos, con la preparación e impartición de las sesiones prácticas y con el método de evaluación de las prácticas de la asignatura. Estos resultados son útiles e interesantes, ya que permiten a los autores tomar decisiones de cara al próximo curso, y mejorar así el proyecto LEGOFAB.

El gabinete de comunicación de la Universidad de Córdoba ha elaborado un vídeo donde se explica el proyecto. El video, que pertenece a la colección “La UCO en abierto”, se puede visualizar pinchando aquí: https://www.youtube.com/watch?v=ebP_pu1py8M. Son especialmente significativas las palabras de una de las alumnas que ha participado en el proyecto y que aparecen en el vídeo: “es una actividad muy entretenida, no es algo teórico, es algo real; tú tienes la pieza en la mano, tú estás haciendo las cosas y, al hacerlas tú, se te queda el proceso mecánico”.

REFERENCIAS

- Hart, J. (2018) *Notas de clase para curso “Fundamental of Manufacturing Processes”*, Departamento de Ingeniería Mecánica, Instituto Politécnico de Massachussets (MITX).
- Lugaresi, G., Frigerio, N., Matta, A. (2020) A New Learning Factory Experience Exploiting LEGO For Teaching Manufacturing Systems Integration. *Procedia Manufacturing*, 45, 271-276.
- Ringwood, J.V., Monaghan, K., Maloco, J. (2005) Teaching engineering design through LEGO Mindstorm. *European Journal of Engineering Education*, 30 (1), 91-104.
- Romero, P., Molero, E., Rodriguez-Alabanda, O. (2021) *Guía docente de la asignatura “Ingeniería de Fabricación”*, Departamento de Mecánica, Escuela Politécnica Superior de Córdoba.

Project-based vs problem-based learning (PBL vs pBL) para la mejora de competencias en Ingeniería de Fabricación

Óscar Rodríguez-Alabanda^a, Pablo E. Romero^a, Esther Molero^a y Guillermo Guerrero-Vacas^a

^aDepartamento de Mecánica, Universidad de Córdoba, 14014 Córdoba, España, (orodriguez@uco.es, p62rocap@uco.es, z72moroe@uco.es, guillermo.guerrero@uco.es).

Abstract

Manufacturing engineering is transversal in engineering curricula, in which the student usually works by basing his learning on unconnected problems (pBL) when, in the real world, techniques and technologies coexist. The project-based learning (PBL) experience is shown to be a suitable complement to improve skills, framing all the partial learning objectives in a guiding project developed during all the learning stages.

Keywords: PBL, Project based learning, engineering education, competencies.

Resumen

La ingeniería de fabricación es transversal en los planes de estudios de ingeniería, en los que habitualmente el estudiante trabaja basa su aprendizaje en problemas inconexos (pBL) cuando, en el mundo real, las técnicas y tecnologías conviven. La experiencia de aprendizaje basado en proyectos (PBL) se muestra como complemento adecuado para mejorar las competencias, enmarcando todos los objetivos parciales de aprendizaje en un proyecto guía desarrollado durante todas las etapas de aprendizaje.

Palabras clave: PBL, aprendizaje basado en proyecto, educación en ingeniería, competencias.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Tradicionalmente, se han planteado problemas específicos aislados (pBL) para explicar fundamentos y enseñar a manejar software y equipos en ingeniería, mientras el aprendizaje basado en proyectos (PBL) se centra en el estudiante para dinamizar el aprendizaje de estos fundamentos y recursos, permitiendo mejorar su síntesis y alcance mediante la exploración activa de problemas integrados en proyectos reales (Gupta et al., 2019). Sin embargo, la concepción de un proyecto adecuado para su implementación no es tarea fácil, ya que debe ser factible y facilitar los objetivos de aprendizaje, además de mejorar el desarrollo de habilidades y competencias previstas en los diferentes niveles y asignaturas del plan.

La ingeniería de fabricación es materia transversal en los grados de ingeniería y facilita los conocimientos y las habilidades para el aprendizaje de técnicas de fabricación con diversos recursos: software de diseño, ingeniería y fabricación asistida por ordenador (CAD-CAE-CAM),

simulación (CAE-CNC), equipos de metrología y equipos de fabricación. A diferencia de otras materias basadas en complejos desarrollos matemáticos, aquí es fundamental que el estudiante comprenda que, en un entorno real, estas técnicas y tecnologías conviven y se complementan. Así, el PBL permite comprender esta interrelación de fundamentos y valorar las diferentes soluciones a los problemas desde una perspectiva integral.

Aprender activamente conecta al estudiante con la realidad de su futura profesión y el PBL crea esta conexión mediante desafíos que motivan el ingenio y la determinación (Stoicoiu & Cain, 2015), facilitando la síntesis de fundamentos y la consecución de competencias en el ámbito de la manufactura (Tortorella & Cauchick-Miguel, 2018) y mejorando la creatividad y la comunicación para abordar problemas (Muttamara et al., 2020). Para ello, es imprescindible diseñar un programa de prácticas que facilite no solo el aprendizaje en el manejo de recursos, sino también la comprensión de los problemas hacia la mejor solución desde un punto de vista de proyecto integral. Así, el PBL sirve de guía de un plan curricular, integrando contenidos, permitiendo la evaluación y la validación de objetivos (Meti et al., 2021) e incluso facilitando la colaboración horizontal entre asignaturas de áreas afines (Sola-Guirado et al., 2021).

Este trabajo presenta una propuesta PBL que ha sido implementada en una fase preliminar en asignaturas del área de ingeniería de los procesos de fabricación en el Grado de Ingeniería Mecánica. En ella se han desarrollado diversas actividades prácticas orientadas al aprendizaje sobre limitaciones de diseño en fabricación, diseño de utillajes, selección de herramientas de corte y diseño de procesos mediante recursos software CAD-CAM-CAE y su aplicación en simuladores y equipos CNC, todas ellas como afluentes de un mismo proyecto tutor. Esta metodología presenta como objetivo general el integrar un plan de actividades prácticas de desarrollo transversal en las asignaturas del área y, en específicamente, mejorar la calidad del aprendizaje sobre el uso de los diferentes recursos en el ámbito de la ingeniería de fabricación y mejorar la adquisición de competencias por parte de los alumnos en este campo. En este sentido, la mejora de la calidad en la educación en ingeniería es un factor clave para superar los desafíos económicos y medioambientales marcados en la Agenda 2030 y permite trabajar en pos de una producción sostenible gracias a la innovación y al progreso tecnológico.

METODOLOGÍA

1.1. Selección del proyecto.

Una buena propuesta de proyecto tutor para el desarrollo de PBL debe ser:

- Completo y sencillo, a la vez.
- Integrador de una amplia diversidad de materiales en sus componentes.
- Incluir gran variedad en la tipología de diseños en sus componentes.
- Utilizar diferentes materias primas en los componentes.
- Permitir la aplicación de todas las técnicas de fabricación.
- Flexible en la selección de las técnicas de fabricación posibles para cada componente.
- Posibilitar el planteamiento de trabajos de diseño de utillajes y herramientas.
- Facilitar el estudio de procesos en entornos de simulación CAE.
- Facilitar el diseño y desarrollo de procesos en entornos CAD-CAM-CNC.
- Factible para la práctica de técnicas de metrología y control de calidad.
- Interesante para el estudio de flujos de material y distribución de equipos.

En una primera experiencia preliminar llevada a cabo en la asignatura Ingeniería Avanzada de Fabricación, en el curso 2020-2021 del Máster en Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba, se propuso el mecanismo presentado en la Figura 1 como propuesta de PBL.

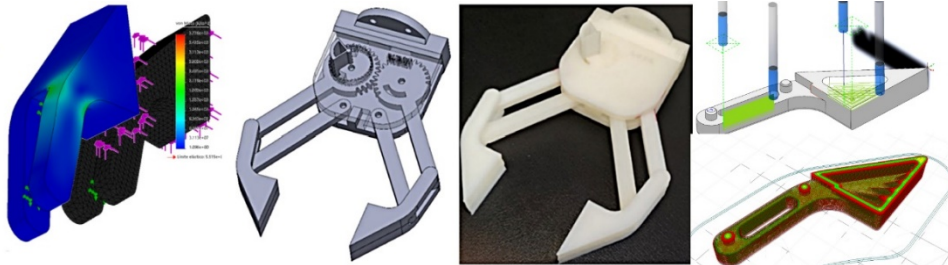


Fig. 1. Propuesta de proyecto de diseño y fabricación de un mecanismo tipo "gripper" (Sola-Guirado et al., 2021).

Esta propuesta PBL fue implementada con relativo éxito en dos asignaturas cuatrimestrales: Diseño avanzado en ingeniería mecánica e Ingeniería avanzada de fabricación, pero se pudo comprobar que se trataba de una propuesta bastante limitada desde el punto de vista del estudio de las técnicas de fabricación industrial dada la tipología muy similar de sus componentes. Tras esta primera experiencia se barajó la posibilidad de trabajar con un proyecto LEGO (Grogan & Weck, 2019; Zbigniew & Yip-Hoi, 2005). Finalmente, se ha planteado el proyecto de fabricación que se muestra en la vista explosionada de la Figura 2, como una propuesta integradora y muy completa en el ámbito de las técnicas, tecnologías y recursos para el diseño de productos, utillajes, herramientas y diseño de procesos de fabricación.

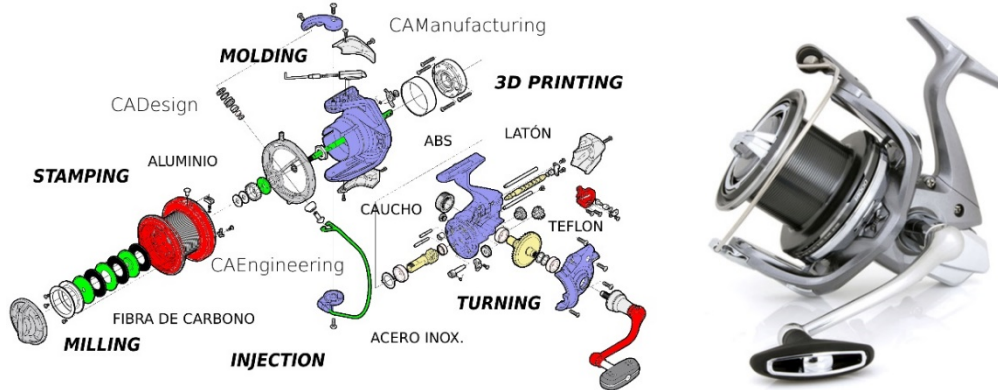


Fig. 2. Esquema didáctico de componentes, materiales, técnicas y tecnologías en un carrete de pesca deportiva.

Mientras otras propuestas previas como las basadas en LEGO o el proyecto propuesto por Sola-Guirado et al. la variedad de diseños y materiales en los elementos del conjunto es bastante limitada, esta última propuesta integra un grupo de componentes y materiales muy diversos cuyo diseño da pie al estudio de diferentes técnicas de fabricación, diseño de utillajes, selección de herramientas, programación de máquinas-herramientas CNC y simulación de procesos entre otras muchas actividades, además de disponer subconjuntos que ofrecen la posibilidad de trabajar el ensamblaje de mecanismos o sistemas de transmisión.

1.2. Alcance de las actividades propuestas en el proyecto.

El uso de diferentes materiales en cada uno de los componentes ha dado la posibilidad de plantear el uso de técnicas de moldeo, moldeo por inyección, troquelado, fresado, torneado,

etc. en las diferentes actividades propuestas. Una vez desarmado el carrete y separados los subconjuntos y piezas de interés, ha sido posible desarrollar un plan de actividades prácticas en los diferentes ámbitos de la ingeniería de fabricación y en los diferentes niveles de enseñanza. Las actividades propuestas en esta fase preliminar han versado fundamentalmente sobre diseño, metrología y técnicas y tecnologías para la fabricación por arranque de viruta y el prototipado rápido mediante técnicas de fabricación aditiva. La Tabla 1 muestra las actividades planteadas para los cursos académicos 2021/2022 y 2022/2023 y que se basan en esta propuesta PBL.

Tabla 1. Actividades, grupos y objetivos planteados dentro del proyecto PBL en el curso 2021-2022.

Actividad	Asignatura	Curso	Componente
*Metrología dimensional	^a IF	2º Grado Ing. Mecánica	varios
*Identificación de materiales y selección de técnicas	^a IF	2º Grado Ing. Mecánica	todos
Simulación CAE (moldeo por inyección)	^a IF	2º Grado Ing. Mecánica	bobina, cubierta
Iniciación al CNC	^a IF	2º Grado Ing. Mecánica	eje
Selección de herramientas de torneado y fresado	^b PFMCC	4º Grado Ing. Mecánica	bobina
Planificación de procesos (setup sheets)	^b PFMCC	4º Grado Ing. Mecánica	bobina
Programación CAD-CAM-CNC	^b PFMCC, ^d FAO	4º Grado Ing. Mecánica	bobina
Prototipado mediante FA	^c IAF	2º Máster Ing. Industrial	varios
Programación CAD-CAM-CNC	^c IAF	2º Máster Ing. Industrial	eje, bobina, discos
Planificación de procesos (setup sheets)	^c IAF	2º Máster Ing. Industrial	eje, bobina
Flujos de material y distribución de equipos	^c IAF	2º Máster Ing. Industrial	varios
*Simulación CAE (moldeo por inyección)	^c IAF	2º Máster Ing. Industrial	pomo, cubierta
*Simulación CAE (conformado deformación)	^c IAF	2º Máster Ing. Industrial	arandelas, arco

^aIngeniería de Fabricación, ^bProcesos de Fabricación, Manufactura y Control de Calidad, ^cIngeniería Avanzada de Fabricación, ^dFabricación Asistida por Ordenador. Las actividades con (*) se realizarán el próximo curso.

RESULTADOS

La Figura 3 muestra un ejemplo de aplicación de la metodología PBL basada en uno de los componentes más interesantes desde el punto de vista del planteamiento de procesos de fabricación: la bobina. Se trata de un elemento que desde el punto de vista técnico ofrece diferentes opciones para su fabricación en función del tipo de material. En el aula, se han planteado dos soluciones: la primera para fabricación en aluminio (diseño y fabricación mediante técnicas de fresado y torneado mediante CAD-CAM-CNC) y la segunda para fabricación en ABS (diseño y fabricación mediante técnicas de moldeo por inyección).

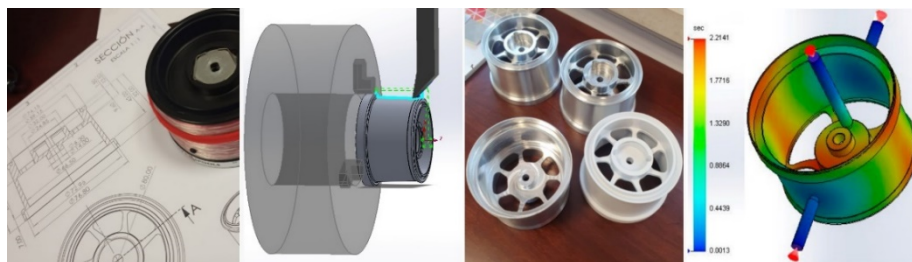


Fig. 3. Del diseño a la fabricación del elemento "bobina": torneado-fresado vs. moldeo por inyección.

Otro ejemplo de resolución práctica basada en el subconjunto de componentes que complementas en funcionamiento de la bobina es el componente denominado “carraca”. Los alumnos han trabajado en el diseño de una solución para la fabricación de este elemento mediante la técnica de impresión 3D por FDM, tal y como se muestra en la Figura 4. El soporte se fabricó en plástico PETG (co-poliéster de polietilentereftalato glicol).

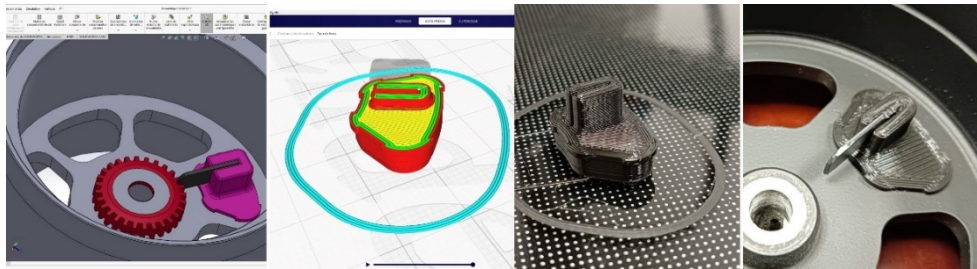


Fig. 4. Del diseño a la fabricación del elemento “carraca”: impresión 3D mediante la técnica FDM.

El sistema de frenado tiene dos tipos de discos rígidos (Figura 5): la fabricación de uno de ellos (a) se ha planteado mediante impresión 3D FDM con PLA (ácido poli láctico), mientras que el otro (b) se ha fabricado mediante fresado a partir de una lámina de fibra de carbono.

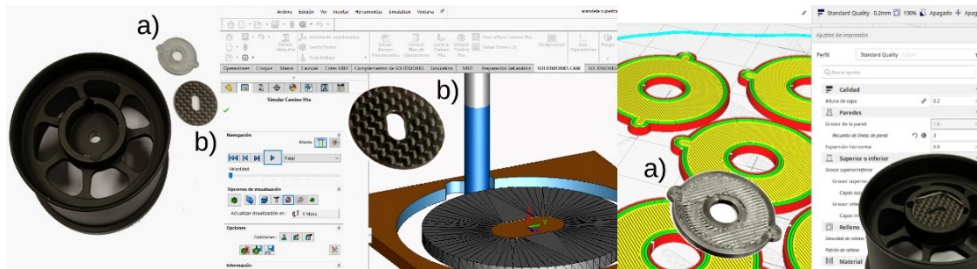


Fig. 5. Del diseño a la fabricación del discos planos: impresión 3D vs. impresión 3D por FDM.

Tras la clásica calificación individual de los trabajos realizados en la asignatura del Máster en el curso 2021-2022, se ha evaluado la aceptación del PBL por parte de los estudiantes para una retroalimentación que permita determinar las deficiencias, valorando las posibles mejoras a aplicar en el futuro desarrollo de la propuesta (véase Figura 6).

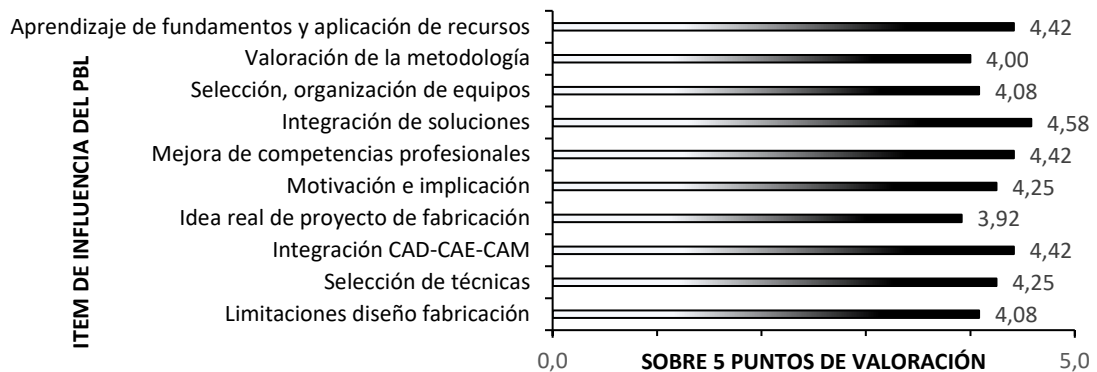


Fig. 6. Resultado general de la valoración del alumnado sobre la propuesta PBL implementada.

La encuesta se ha realizado en Google Forms y ha sido contestada por un total de 28 estudiantes de Máster, de manera que se ha valorado entre 1 (muy en desacuerdo) y 5 (muy de acuerdo) el grado de repercusión que la propuesta PBL ha tenido en ítems tales como en el aprendizaje de fundamentos, uso de recursos o el alcance de competencias, entre otros.

CONCLUSIONES

El PBL aplicado ha permitido una experiencia práctica e inmersiva en el estudio de las técnicas y recursos para manufactura, sintetizando el aprendizaje, facilitando la comprensión y mostrando mayor potencial en comparación con propuestas basadas en conjuntos de LEGO (Grogan & Weck, 2019; Zbigniew & Yip-Hoi, 2005) u otras basadas en la construcción de mecanismos (Sola-Guirado et al., 2021) o utillajes sencillos (Gupta et al., 2019). Los alumnos de Máster han valorado positivamente la repercusión de la propuesta sobre los diferentes ítems evaluados, aunque los resultados muestran que este planteamiento preliminar es mejorable en cuanto a las actividades sobre selección y organización de líneas de producción y en la variedad de componentes estudiados en esta fase preliminar.

El proyecto tutor propuesto ha demostrado poseer un gran potencial para el futuro desarrollo de subproyectos y actividades orientadas a facilitar la enseñanza sobre fundamentos teóricos y mejorar el aprendizaje del manejo de recursos software y equipos del área.

REFERENCIAS

- Grogan, P., & Weck, O. (2019). LEGO Product Design and Manufacturing Simulations for Engineering De-. *ASEE 126th Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/1721.1/137206> Article
- Gupta, K., Mukhawana, D., & Mashinini, M. (2019). A project based learning tool for industry 4.0 manufacturing engineering education. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 978–984.
- Meti, V. K. V., Karikatti, G., Talli, A., Giriyapur, A. C., & Siddhalingeswar, I. G. (2021). To enhance student knowledge and skills in manufacturing technology laboratory through pbl and obe. *Journal of Engineering Education Transformations*, 35(1), 52–59. <https://doi.org/10.16920/jeet/2021/v35i1/152658>
- Muttamara, A., Nakwong, P., & Pararach, S. (2020). Problem-based learning (PBL) implemented in manufacturing processes. *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education*, 10, 174–178.
- Sola-Guirado, R. R., Guerrero-Vacas, G., & Rodríguez-Alabanda, Ó. (2021). Teaching CAD/CAM/CAE tools with project-based learning in virtual distance education. *Education and Information Technologies*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10826-3>
- Stoicoiu, C., & Cain, K. (2015). Industrial Projects in a Project-Based Learning Environment. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association*, 1–6. <https://doi.org/10.24908/pceea.v0i0.5903>
- Tortorella, G., & Cauchick-Miguel, P. (2018). Combining traditional teaching methods and PBL for teaching and learning of lean manufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 915–920. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.465>
- Zbigniew, J. P., & Yip-Hoi, D. (2005). Lego factory: An educational CIM environment for assembly. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, January*, 9693–9703. <https://doi.org/10.18260/1-2--14867>

Implantación del Máster Universitario en Ingeniería en Movilidad Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València

Paula Bastida-Molina^{a*}, Rubén Puche-Panadero^b y Elías Hurtado-Pérez^c

^{a*}Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería Energética, Universitat Politècnica de València (Camí De Vera s/n, 46022, Valencia, España). Corresponding author: ^bDepartamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (Camí De Vera s/n, 46022, Valencia, España). rupucpa@die.upv.es. ^cDepartamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (Camí De Vera s/n, 46022, Valencia, España). ejhurtado@die.upv.es.

Abstract

The Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (Universitat Politècnica de València) has responded to the new training needs in electric mobility by implementing the Master's Degree in Electric Mobility Engineering. Thus, a complete Study Plan has been developed that allows access from different degrees of the industrial branch. The results show the great interest of the final year students of the ETSID in this master's degree.

Keywords: Electric Mobility, Master's Degree, ETSID, implementation.

Resumen

Desde la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (Universitat Politècnica de València) se ha dado respuesta a las nuevas necesidades de formación en movilidad eléctrica mediante la implantación del Máster Universitario en Ingeniería en Movilidad Eléctrica. Así, se ha desarrollado un completo Plan de Estudios que permite el acceso desde diferentes grados de la rama industrial. Los resultados muestran el gran interés que tienen los estudiantes de último curso de la ETSID en este máster.

Palabras clave: Movilidad eléctrica, Máster Universitario, ETSID, implantación.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En los últimos años se ha iniciado un cambio muy importante en la movilidad con la aparición de numerosos tipos de vehículos con accionamiento eléctrico. Esta transformación se prevé que afecte a la mayoría de los transportes a nivel mundial en los próximos años debido a dos razones fundamentales. Una de ellas es la eficiencia energética, ya que el consumo, en unidades de energía, de un vehículo accionado por energía eléctrica es del orden de tres veces inferior al de un vehículo con motor de combustión interna. La otra razón es la disminución

en la producción de CO₂, por un lado, debido al menor consumo energético y por otro, por la posibilidad de producir energía eléctrica con recursos energéticos renovables (Bastida-Molina et al., 2020). Esta reducción resulta de gran interés para los centros de las ciudades, ya que en algunas se está prohibiendo la utilización de vehículos que producen CO₂. Una de las medidas propuestas en la cumbre de Glasgow es la no producción de vehículos con motor de combustión interna en los próximos años (*Cumbre Del Clima, Glasgow, 2021*). Por consiguiente, se pretende que la mayor parte de la movilidad sea mediante energía eléctrica, que incluirá autobuses, automóviles, motocicletas, bicicletas, etc.

Debido a esta transformación en la movilidad, la sociedad va a necesitar numerosos técnicos que conozcan esta tecnología, y que puedan desarrollar y ejecutar proyectos concernientes a la movilidad eléctrica. Desde los sistemas de accionamiento eléctrico, que son muy específicos para los vehículos eléctricos, hasta los sistemas de recarga de los mismos. Las factorías de fabricación de vehículos necesariamente van a sufrir una gran transformación, pasando de fabricar un tipo de vehículo a otro muy distinto que en lo único que se van a parecer es en la carrocería. Se puede incluir en esta parte las factorías de producción de todo tipo de vehículo, desde autobuses hasta las bicicletas o patinetes eléctricos. Van a ser necesarias numerosas electrolinerías y puntos de recarga en edificios, lo que significará la necesidad de realizar instalaciones muy específicas, que puntualmente requieren puntas de energía muy importantes cuando se realizan recargas rápidas (Bastida-Molina et al., 2021).

Esta evolución debe de tener una respuesta en los ámbitos académicos para que se puedan formar especialistas en las tecnologías que abarca, desde el propio accionamiento eléctrico, los acumuladores eléctricos, la electrónica del accionamiento, el control del vehículo o la dinámica del mismo, con la nueva configuración de masas, hasta las tecnologías de comunicación que permita buscar electrolinerías más cercanas con posibilidad de recarga o vehículos de alquiler que hasta puedan llegar a ser autónomos (University of Bedfordshire, 2021).

En la Fig. 1 se observa la evolución mundial del mercado de vehículos eléctricos prevista para el año 2030, según el informe de Bloomberg, la evolución es exponencial y se prevé que habrá más de 20 millones de vehículos eléctricos en el planeta (*EVO Report 2021, 2021*).

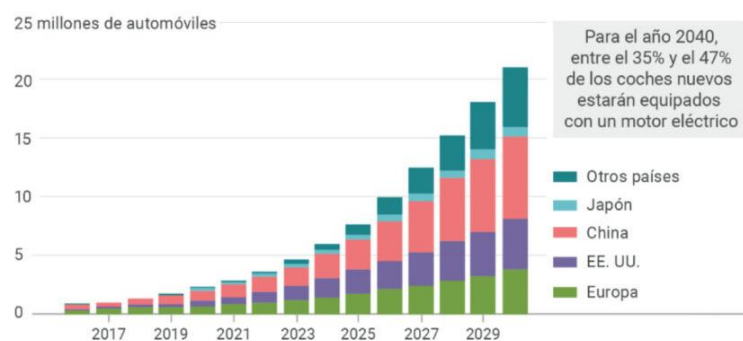


Fig. 1. Crecimiento del mercado de los vehículos eléctricos (Fuente: Bloomberg New Energy Finance).

Considerando estas necesidades de formación técnica, desde la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universitat Politècnica de València (UPV) se va a implantar el Máster Universitario en Ingeniería en Movilidad Eléctrica (MUIIME).

Así, la presente comunicación describe dicha implantación, cuyos objetivos principales han sido:

- Estudiar la necesidad social de desarrollar el MUIME.
- Desarrollar un plan de estudios adecuado para el nuevo MUIME.
- Recoger la opinión de los estudiantes de últimos cursos de las titulaciones de la ETSID respecto a la movilidad eléctrica.

METODOLOGÍA. Plan de estudios

Tras analizar las necesidades sociales en cuanto a movilidad eléctrica, descritas en la sección INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS, se ha realizado también un listado de los estudios de másteres existentes en materia de movilidad eléctrica a nivel nacional e internacional. Actualmente, se han identificado 4 másteres y 2 posgrados en España, 22 másteres en Europa y 1 máster fuera de Europa relacionados con esta materia.

Tras verificar la necesidad de desarrollar el MUIME, este ha sido planteado con el objetivo de formar profesionales con competencias en las diferentes tecnologías de aplicación a la movilidad eléctrica, como son: los accionamientos eléctricos, la electrónica de potencia, el almacenamiento de energía, la infraestructura necesaria para la recarga, la dinámica del vehículo, el control de los sistemas encargados de la movilidad, y la gestión global de todos los vehículos eléctricos. El propósito del Máster es que los egresados adquieran los conocimientos y desarrollen las capacidades y actitudes necesarias para desenvolverse profesionalmente en la movilidad eléctrica.

Este máster se desarrollará en la ETSID UPV, tendrá una duración de 3 semestres (90 ECTS, 30 ECTS/semestre) y una capacidad de 40 estudiantes de nuevo ingreso. El primer curso académico en el que se implantará será el curso 2023-2024.

El plan de estudios desarrollado para dicho máster puede observarse en la

Fig. 2. Dicho plan contempla tres módulos: Fundamentos Tecnológicos, Tecnologías Específicas y Optatividad.

El módulo Fundamentos Tecnológicos consta de 3 materias, de las cuales los estudiantes seleccionan dos de las tres materias optativas en función del grado de acceso (Grado en Ingeniería Eléctrica, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática o Grado en Ingeniería Mecánica). Además, las asignaturas que componen las materias según el grado de procedencia serán compartidas con las asignaturas del Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica.

El módulo Tecnologías Específicas incluye 6 materias específicas de la movilidad eléctrica. Las materias se reparten en diferentes asignaturas a lo largo de los tres semestres del máster.

El módulo Optatividad consta de 1 materia denominada Optatividad general. Las siguientes asignaturas no se ofertarán hasta que se verifique la sostenibilidad del máster y se buscarán asignaturas de otros másteres similares.

El módulo Trabajo Fin de Máster corresponde a la realización del trabajo fin de máster.

Implantación del Máster Universitario en Ingeniería en Movilidad Eléctrica en la Escuela Técnica Superior De Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València

Módulos	Materias	Asignaturas
Fundamentos Tecnológicos 9 ECTS (a elegir 2 entre las 3 materias optativas)	Fundamentos de Electrónica - 4.5 ECTS - OP	Electrónica e Instrumentación OB - 4.5 ECTS, 1º A
	Fundamentos de Mecánica - 4.5 ECTS - OP	Comportamiento de Materiales en Servicio - OB - 4.5 ECTS, 1º A
	Fundamentos de Electricidad - 4.5 ECTS - OP	Máquinas Eléctricas - OB - 4.5 ECTS, 1º A
Tecnologías Específicas 55,5 ECTS	Fundamentos Movilidad Eléctrica - 6 ECTS - OB	Movilidad Eléctrica- OB - 6 ECTS, 1º A
	Diseño Mecánico de Vehículos - 4.5 ECTS - OB	Dinámica vehículos eléctricos - OB - 4.5 ECTS, 1º A
	Energía Eléctrica - 10.5 ECTS – OB	Almacenamiento de Energía y Convertidores de Recarga - OB – 6 ECTS, 1º A
		Instalaciones eléctricas y fuentes renovables de energía - OB – 4.5 ECTS, 1º A
	Tracción Eléctrica - 15 ECTS – OB	Máquinas Eléctricas para Tracción - OB - 4.5 ECTS, 1º B
		Convertidores de Potencia para Tracción Eléctrica - OB – 6 ECTS, 1º B
		Accionamientos Eléctricos de Tracción - OB - 4.5 ECTS, 1º B
	Sistemas Control - 15 ECTS - OB	Control Aplicado a Sistemas de Tracción - OB – 6 ECTS, 1º B
		Instrumentación Electrónica - OB - 4.5 ECTS, 2º A (C)
		Control Autónomo - OB - 4.5 ECTS, 1º B
Logística - 4.5 ECTS - OB	Gestión inteligente de Infraestructuras - OB – 4.5 ECTS, 1º B	
Optatividad 13,5 ECTS	Optatividad General - 13.5 ECTS - OP	Conversión y gestión de energía en el vehículo - OP - 4.5 ECTS, 2º A (C)
		Integridad estructural y seguridad - OP – 4.5 ECTS, 2º A (C)
		Aplicaciones inteligentes para la Gestión de Flotas - OP – 4.5 ECTS, 2º A (C)
		Estancias en centros de Investigación I - OP – 4.5 ECTS, 2º A (C)
		Estancias en centros de Investigación II - OP – 9 ECTS, 2º A (C)
		Intercambio I - OP - 4.5 ECTS, 2º A (C)
		Intercambio II - OP – 9 ECTS, 2º A (C)
Trabajo Fin de Máster 12 ECTS	Trabajo Fin de Máster - 12 ECTS - OB	Trabajo Fin de Máster - OB - 12 ECTS, 2º A (C)

Fig. 2. Plan de estudios MUIME de ETSID UPV.

RESULTADOS

En conversaciones preliminares con empresas del sector de la movilidad eléctrica, entre otras Iberdrola e Itera Engineering, se ha podido constatar el interés de dichas empresas en la formación ofertada. Se ha tramitado una solicitud de interés formal a las mismas.

Además, se ha realizado una encuesta a los estudiantes de último curso de la ETSID de la UPV, a la cual tuvieron acceso durante un mes. La encuesta fue contestada por los estudiantes de forma telemática, desde sus casas o desde las aulas. En concreto, se les plantearon 4 preguntas con 6 posibles respuestas, tal y como muestra la Tabla 1:

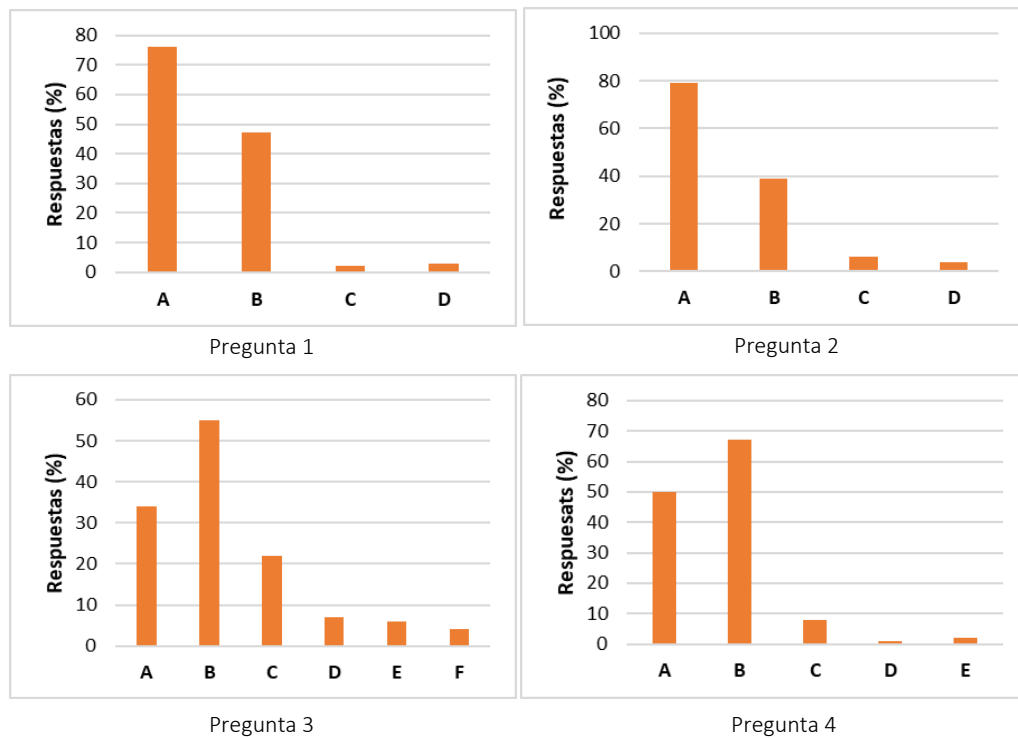
Tabla 1. Encuesta para estudiantes de último curso de la ETSID (UPV).

Preguntas
1. ¿Crees que la movilidad eléctrica se va a convertir en un vector estratégico de gran influencia en el modelo económico y social?
2. ¿Crees que la UPV debería ofertar un Máster y formación específica en movilidad eléctrica?
3. ¿Estarías interesado en cursar un Máster Universitario relacionado con la movilidad eléctrica?
4. ¿Consideras que 3 semestres (90 créditos ECTS) es una duración adecuada para un Máster Universitario?
Posibles respuestas

A: Totalmente de acuerdo, B. De acuerdo, C. Indiferente, D. En desacuerdo, E. Totalmente en desacuerdo, F. No sabe/no contesta

Se han obtenido 129 respuestas, 43 son de estudiantes del Grado en Ingeniería Eléctrica (33.3%); 37 de estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica (28.7%); 31 son de alumnos/as del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (24%). Finalmente, el porcentaje restante corresponde a 13 alumnos del Grado en Ingeniería Aeroespacial y 5 al de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto.

Así, los resultados obtenidos se muestran en la Fig. 3. El análisis de dichos resultados muestra que más del 95 % de los alumnos encuestados consideran de especial relevancia la movilidad eléctrica porque se va a convertir en un vector estratégico de gran influencia en el modelo económico y social actual. Además, más del 91 % de los estudiantes encuestados considera que la UPV debería ofertar un Máster de estas características. Casi un 70% estaría interesado en cursar un Máster en movilidad eléctrica, por ejemplo, entre los graduados en Ingeniería Eléctrica representan a un 80%. Finalmente, más del 90% de los alumnos/as encuestados considera que un Máster de 90 créditos es acertado.



CONCLUSIONES

En los últimos años se ha iniciado un cambio muy importante en la movilidad con la aparición de numerosos tipos de vehículos con accionamiento eléctrico. Esta transformación se prevé que afecte a la mayoría de los transportes a nivel mundial en los próximos años debido su

eficiencia energética y disminución en la producción de CO₂. Debido a esta transformación, la sociedad va a necesitar numerosos técnicos que conozcan esta tecnología y que puedan desarrollar y ejecutar proyectos concernientes a la movilidad eléctrica.

Desde la ETSID UPV se pretende dar respuesta a estas necesidades de formación universitaria mediante la implantación del MUIME. Así, se ha desarrollado un completo y multidisciplinar Plan de Estudios que permite el acceso a titulados en diferentes grados de la rama industrial. Dicho máster tendrá una duración de 3 semestres (90 ECTS), con capacidad para 40 estudiantes de nuevo ingreso y se desarrollará por primera vez en el curso académico 2023-2024.

Los resultados de este estudio muestran el gran interés que tienen los estudiantes de la ETSID de los últimos cursos en este máster, principalmente entre los estudiantes del Grado en Ingeniería Eléctrica (33.3%), seguidos del Grado en Ingeniería Mecánica (28.7%) y del Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática (24%). El análisis de dichos resultados muestra que más del 95 % de los estudiantes encuestados consideran de especial relevancia la movilidad eléctrica como vector estratégico de gran influencia en el modelo económico y social actual. Además, más del 91 % de ellos considera que la UPV debería ofertar un Máster de estas características. Casi un 70% estaría interesado en cursar un Máster en movilidad eléctrica. Finalmente, más del 90% considera que un Máster de 90 créditos es acertado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el gran apoyo de la ETSID UPV en la implantación del MUIME. Esta investigación ha sido apoyada también en parte por el Ministerio de Universidades bajo la ayuda Margarita Salas (MS/19).

REFERENCIAS

- Bastida-Molina, P., Hurtado-Pérez, E., Moros Gómez, M. C., & Vargas-Salgado, C. (2021). Multicriteria power generation planning and experimental verification of hybrid renewable energy systems for fast electric vehicle charging stations. *Renewable Energy*, 179, 737–755. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.07.002>
- Bastida-Molina, P., Hurtado-Pérez, E., Peñalvo-López, E., & Moros-Gómez, M. C. (2020). Assessing transport emissions reduction while increasing electric vehicles and renewable generation levels. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 88, 102560. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102560>
- Cumbre del clima, Glasgow*. (2021). <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/contra-cambio-climatico/cop26>
- EVO Report 2021*. (2021). Bloomberg New Energy Finance. <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>
- University of Bedfordshire. (2021). *Automotive Engineering for Electric Vehicles*. <https://www.beds.ac.uk/howtoapply/courses/postgraduate/next-year/automotive-engineering-for-electric-vehicles/>

Metodología de diseño de prácticas de laboratorio para acercar la investigación a estudiantes de máster

Yago Rivera^a, Paula Bastida-Molina^{b*}, María Pilar Molina Palomares^c y Elías Hurtado-Pérez^d

^aInstituto Universitario de Investigación de Ingeniería Energética, Universitat Politècnica de València (Camí de Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail: yaridu@upv.es.

^{b*}Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería Energética, Universitat Politècnica de València (Camí de Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail (corresponding author): paubasmo@upv.es.

^cDepartamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (Camí De Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail: pimolina@die.upv.es.

^dDepartamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (Camí De Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail: ejhurtado@die.upv.es.

Abstract

This paper presents a problem-based methodology to encourage students' interest in the field of research as one of the possible job opportunities in their respective careers. During master's studies, students are in a position to use all the knowledge acquired previously to solve real problems and therefore enhance cognitive growth. The application of this technique has proven increase both their interest in the subject and in research.

Keywords: Investigation, cognitive growth, problem-based learning (PBL), autonomous reasoning.

Resumen

Este documento presenta una metodología basada en problemas para fomentar el interés de los estudiantes en el campo de la investigación como una de las posibles salidas laborales. Durante los estudios de máster, los estudiantes se encuentran en situación de emplear todos los conocimientos adquiridos anteriormente en resolver problemas reales y fomentar así el crecimiento cognitivo. La aplicación de esta técnica ha demostrado aumentar tanto el interés por la asignatura como por la investigación.

Palabras clave: Investigación, crecimiento cognitivo, aprendizaje basado en problemas, razonamiento autónomo.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Generalmente la investigación en las universidades no se presenta a los estudiantes como una de las posibles salidas en sus respectivas carreras. Por tanto, los profesores de máster tienen la llave para conectar los contenidos y resultados de aprendizaje de sus asignaturas con la

iniciación en investigación. El conjunto de funcionarios del cuerpo docente universitario español es actualmente personal docente e investigador por lo que el acceso a laboratorios y centros de vanguardia en investigación suele estar a su alcance.

Si bien es cierto que el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) es fundamental en la educación actual (Gerick et al., 2017), éstas no deben limitarse únicamente a la realización de prácticas en ordenador. La metodología que se presenta a lo largo del documento tiene por objetivo presentar el campo de la investigación a los estudiantes mediante el contacto directo con los centros e institutos dedicados a ello. Para ello, se propone una estrategia para desarrollar problemas abiertos en grupos de estudiantes enfocados precisamente en alguna de las líneas de investigación del laboratorio. Para ilustrar esta metodología, se muestra la aplicación a una práctica de laboratorio en la asignatura *Introducción a la Termohidráulica (Generación de Energía)*. Se ha planteado como objetivo también que las prácticas que se realicen sean capaces de despertar el interés de los estudiantes y la implicación en la asignatura.

El primer apartado del documento corresponde a la introducción y exposición de objetivos para, seguidamente, presentar la metodología propuesta. El apartado tercero se centra en los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología en una asignatura. El documento finaliza con las conclusiones más importantes que se han obtenido en la realización de este trabajo.

METODOLOGÍA

La metodología que se ha planteado se basa en el aprendizaje basado en problemas (ABP). Este tipo de aprendizaje, conocido en inglés como *Problem-Based Learning* o PBL, consiste en presentar problemas que sean lo suficientemente profundos como para que el estudiante necesite cuestionarse su respuesta. Para ello, según el trabajo de (Amo et al., 2014), es necesario que los estudiantes apliquen su conocimiento y las fuentes de información disponibles en la resolución de un problema planteado por el profesor.

La planificación de las prácticas se llevará a cabo teniendo en cuenta el/los resultado/s de aprendizaje que se espera obtener de los estudiantes. Estos resultados son siempre el centro del diseño de las prácticas y deben estar alineados con el resto de partes (Biggs, 2005). Por tanto, los resultados de aprendizaje deben tenerse en cuenta durante las tres fases que se proponen en esta metodología (Fig. 1).

Metodología planificación de prácticas

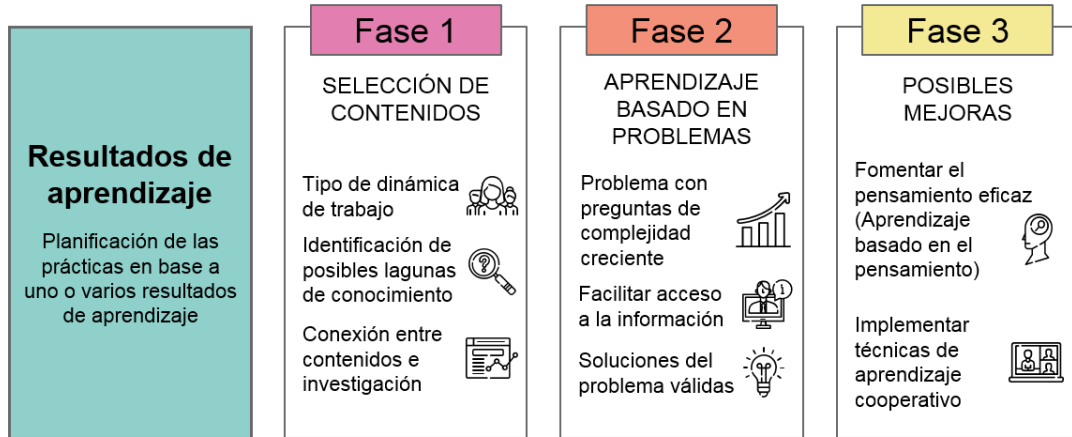


Fig. 1. Esquema resumen metodología para la planificación de las prácticas.

La primera etapa se constituye por la selección de contenidos que deben ser relevantes en la asignatura y realistas. Relevantes porque deben incluir materia que esté relacionada con el tipo de asignatura y realistas porque debe mantener conexión con una situación que pueda suceder y sea de interés actual. Es mejor centrarse en una alta calidad del contenido a tratar que mucha cantidad. En esta etapa el profesor debe plantearse el tipo de dinámica de grupo a realizar, identificar posibles lagunas de conocimiento y establecer una clara conexión con el área de investigación que se desea presentar.

La segunda fase se comprende por el desarrollo de la metodología ABP donde se selecciona un problema específico en base a los contenidos que se han elegido en la primera fase. El problema estará constituido preferiblemente por preguntas cuya dificultad debe ser incremental (Escribano & Del Valle, 2008). De esta forma, se va activando el pensamiento de forma secuencial, los estudiantes tienen mayor interés y el aprendizaje resulta de una forma más natural. Al diseñar el problema, se preparan los medios a través de los cuales accederán a la información ya que las preguntas deben superar su barrera de conocimiento. El profesor debe realizar un ejercicio de resolución del problema para encontrar las posibles respuestas diferentes que sean completamente válidas para resolver el problema.

Finalmente, la tercera fase conlleva todas aquellas mejoras que se puedan realizar. Esta fase es muy susceptible al feedback de los alumnos y a la experiencia del profesor. Una buena práctica en esta etapa es emplear técnicas de otras metodologías para incrementar el crecimiento cognitivo de los estudiantes. Por ejemplo, fomentar el pensamiento eficaz (Swartz et al., 2008) mediante el aprendizaje basado en el pensamiento o diseñar las prácticas para resolver en grupo (Gillies, 2014).

RESULTADOS

La metodología propuesta se ha implementado en varias asignaturas del *Master Universitario de Ingeniería Industrial* que se imparte en la Universitat Politècnica de València. Es por ejemplo el caso de la asignatura *Introducción a la Termohidráulica (Generación de Energía)* donde se han diseñado dos prácticas de laboratorio relacionadas con la investigación que se realiza en

el lab. de termohidráulica del Instituto de Ingeniería Energética. Una de ellas ha ilustrado en forma de resumen en la Fig. 2 donde se indica cada uno de los pasos mencionados previamente.

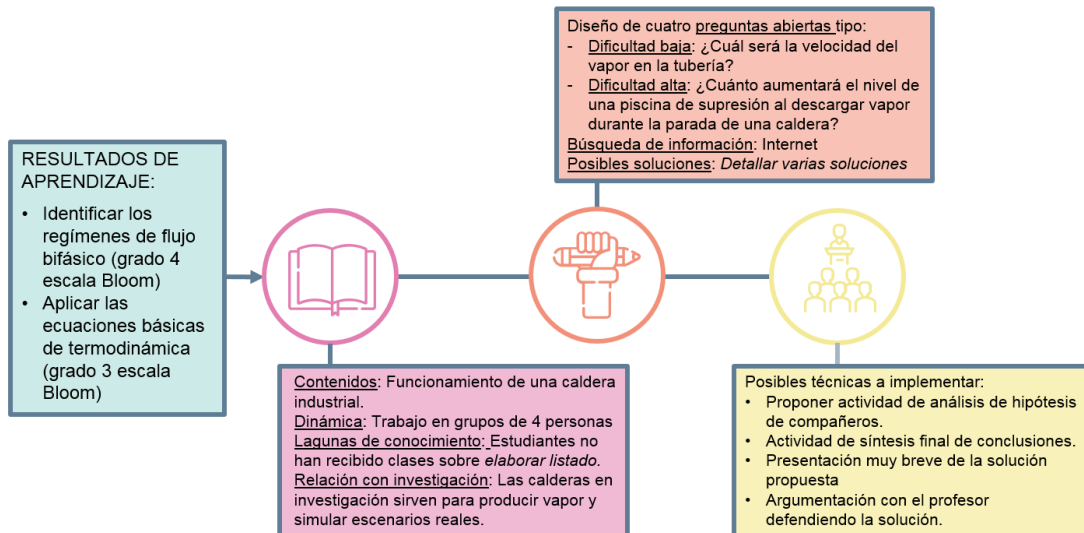


Fig. 2. Resumen aplicación de la metodología a una práctica de laboratorio de máster.

Como se puede observar, partiendo de los resultados de aprendizaje que se espera que los estudiantes obtengan en dicha clase, se van elaborando los diferentes pasos de la metodología. Los resultados de aprendizaje corresponderán como mínimo a un nivel en la taxonomía de Bloom de tres, haciendo que el alumno haga más que escuche y activando habilidades cognitivas de orden superior.

Los contenidos que se van a tratar en la práctica se han seleccionado en base a problemas reales a los que se enfrentan los investigadores del laboratorio en el diseño de experimentos. Para el caso de la práctica, las calderas utilizan en investigación para generar el vapor necesario para alimentar una instalación experimental donde se simulará un caso de estudio interesante. Tratar este tipo de contenidos es muy interesante desde el punto de vista del diseño de experimentos de investigación, pero también desde el punto de vista de la industria ya que los principios de funcionamiento son exactamente los mismos con distinta aplicación.

Para llevar a cabo la metodología ABP, es muy importante que se diseñen preguntas abiertas para que el estudiante tenga que buscar información realista, entenderla correctamente y permitiendo múltiples soluciones. En esta práctica se comienza con preguntas sencillas que les pongan en contacto con los equipos que van a utilizar y se rompa el hielo entre los estudiantes de cada grupo. Finalizada esta fase, se formulan dos preguntas más complejas que ocuparán el resto de la clase. En esta práctica pueden resolverlas buscando información, tomando datos de las instalaciones y realizando cálculos en Excel, aunque no se establece ninguna limitación.

Explorar previamente un conjunto de resoluciones posibles y la experiencia del docente harán que sea mucho más provechosa la práctica para los estudiantes. Para esta práctica los grupos de trabajo son de 3 personas para que sea más ágil el desarrollo de la actividad. Grupos de 3 estudiantes se complementan muy bien ya que mientras un estudiante almacena y procesa

datos en una Excel, otro se encarga de buscar la información y el tercero apoya la actividad más demandante en cada momento.

El profesor debe realizar una labor de control durante el desarrollo de los problemas. Por un lado, esta tarea permite que el profesor corrija los posibles errores que cometan los estudiantes y que podrían dar lugar a resultados erróneos. Por otro lado, el profesor adquiere feedback del progreso que va realizando cada estudiante, habilitando así una posible vía de evaluación. El docente en esta práctica evita a toda costa dar indicaciones muy concretas y únicamente se recomienda darlas si el grupo va muy desencaminado y mal de tiempo. Es preferible que sean ellos los que se den cuenta de sus errores y los corrijan, aunque no lleguen a finalizar los problemas completamente.

Finalmente, para recopilar las evidencias del trabajo realizado, el profesor va pasando por cada grupo solicitando que le cuenten un resumen del progreso que han realizado hasta el momento (tipo *elevator-speech*). El profesor irá solicitando el cambio de portavoz de cada grupo o le realizará preguntas a los estudiantes del grupo que no hayan dicho nada. La valoración de esta parte será individual, aunque no se requiere rúbrica ya que se pretende evaluar a grandes rasgos el trabajo realizado. Es importante que el docente reserve al menos 5 minutos para cada grupo antes de finalizar la clase para esta actividad. Este trabajo requiere que el estudiante asimile los conceptos que han ido trabajando y los explique adoptando la posición de presentador. Aludiendo a la pirámide de aprendizaje de Cody Blair “aprendemos el 90% de lo que enseñamos” mientras que únicamente “aprendemos el 5% de lo que escuchamos”.

Por otro lado, los pequeños resúmenes ayudan a asentar los conocimientos y mantienen un grado de activación de los estudiantes alto. Por ello, se solicitará a los estudiantes un esquema de la estrategia y los pasos que han seguido durante la práctica. Esto lo pueden ir realizando al mismo tiempo que van proponiendo las soluciones por lo que si se organizan correctamente al final de la práctica tienen todas las evidencias que se van a evaluar.

La aplicación de esta metodología en las asignaturas de máster como la propuesta ha demostrado que los alumnos se interesan más por la asignatura y aumenta enormemente su participación en las sesiones. Para observar estos resultados, se han adoptado dos estrategias. Por un lado, se han analizado el número de Trabajos Fin de Máster que se realizan en el propio grupo de investigación en el curso 2021, observando un incremento del número de estudiantes que muestran interés. Por otro lado, el propio docente la asignatura percibe que los alumnos realizan preguntas mucho más elaboradas y que muestran más motivación por los contenidos que se tratan en las clases.

CONCLUSIONES

En este documento se presenta una metodología para el diseño de prácticas de laboratorio con el objetivo de mostrar a los estudiantes el mundo de la investigación y fomentar el aprendizaje profundo. Esto se lleva a cabo mediante la planificación correcta de las sesiones poniendo el foco en los resultados de aprendizaje que se espera que obtengan los alumnos. Por medio de tres fases, el profesor diseña el esqueleto de las prácticas aplicando la metodología ABP o Aprendizaje Basado en Problemas.

La metodología se ha aplicado a una de las sesiones de prácticas de la asignatura *Introducción a la Termohidráulica (Generación de Energía)* indicando cómo se han diseñado las distintas fases propuestas. A lo largo del texto, se razona la selección de contenidos, el tipo de preguntas que se van a realizar a los grupos de estudiantes, cómo se relacionan con la investigación y las evidencias que se van a tomar para evaluar el trabajo realizado.

Los resultados obtenidos en las sesiones de máster muestran que la participación durante las sesiones es muy alta y que los estudiantes aumentan el interés por la asignatura. En relación a los objetivos planteados en torno a la investigación, se ha podido observar un aumento del interés en la realización de Trabajos Fin de Máster en los centros de investigación en los que se llevan a cabo las prácticas, así como un incremento del aprendizaje obtenido según la percepción del docente como consecuencia del nivel de preguntas que realizan los estudiantes.

REFERENCIAS

- Amo, E., Jareño, F., Lagos, M. G., & Tobarra, M. Á. (2014). New teaching methodologies and their implications for study programs. *Innovar*, 24(54), 231–245. <https://doi.org/10.15446/innovar.v24n54.46757>
- Biggs, J. (2005). Calidad del aprendizaje universitario. *Madrid: Narcea*, 296pp.
- Escribano, A., & Del Valle, Á. (2008). APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS una propuesta metodológica en Educación Superior. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 11(1), 8–23. <http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0296>. El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodológica en educación superior.pdf
- Gerick, J., Eickelmann, B., & Bos, W. (2017). School-level predictors for the use of ICT in schools and students' CIL in international comparison. *Large-Scale Assessments in Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40536-017-0037-7>
- Gillies, R. (2014). Cooperative Learning: Developments in Research. *International Journal of Educational Psychology*, 3(2), 125–140. <https://doi.org/10.4471/ijep.2014.08>
- Swartz, R. J., Costa, A. L., Beyer, B. K., Reagan, R., & Kallick, B. (2008). *El aprendizaje basado en el pensamiento. Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI* (S. Cáliz (ed.); First Edit). Teachers College Press, Teachers College. Columbia University, New York, USA.

Docencia inversa y trabajo colaborativo en la enseñanza práctica de Máquinas Eléctricas

Paula Bastida-Molina^{a*}, Yago Rivera^b, María Pilar Molina Palomares^c y Elías Hurtado-Pérez^d

^{a*}Instituto de Ingeniería Energética, Universitat Politècnica de València (Camí de Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail (corresponding author): paubasmo@upv.es.

^bInstituto de Ingeniería Energética, Universitat Politècnica de València (Camí de Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail: yaridu@upv.es.

^cDepartamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (Camí De Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail: pimolina@die.upv.es.

^dDepartamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (Camí De Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail: ejhurtado@die.upv.es.

Abstract

This paper describes a new methodology for practical learning in university teaching based on flipped teaching and collaborative work. It has been applied to a laboratory practice of the course Electrical Machines of the Master's Degree in Mechatronics Engineering of the Universitat Politècnica de València. The positive results of the evaluation tests and the high levels of satisfaction have shown the effectiveness of this methodology.

Keywords: flipped teaching, collaborative work, practical university teaching, Electrical Machines.

Resumen

El presente artículo describe una nueva metodología para el aprendizaje práctico en la enseñanza universitaria basada en la docencia inversa y el trabajo colaborativo. El mismo se ha aplicado a una práctica de laboratorio de la asignatura Máquinas Eléctricas del Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica de la Universitat Politècnica de València. Los positivos resultados de los tests de evaluación y los altos niveles de satisfacción han mostrado la eficacia de esta metodología.

Palabras clave: docencia inversa, trabajo colaborativo, enseñanza universitaria práctica, Máquinas Eléctricas.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El modelo de enseñanza superior está inmerso en un proceso dinámico de adaptación desde el aprendizaje tradicional hacia un aprendizaje más flexible y amplio (Bastida-Molina et al., 2021). En este último entorno, los alumnos/as adquieren un rol activo dentro de la clase, siendo capaces de identificar sus necesidades de aprendizaje a través de trabajo autónomo guiado (docencia inversa) y colaborativo con el resto de compañeros/as. El docente se convierte en orientador de los estudiantes, guiándolos y asesorándolos para alcanzar los objetivos educativos establecidos (Tourón & Santiago, 2015).

En este contexto, se ha desarrollado una nueva metodología basada en docencia inversa y trabajo colaborativo. Este nuevo método se ha aplicado a una práctica de laboratorio de la asignatura Máquinas Eléctricas del Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica (MUIM) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Los objetivos perseguidos con esta innovación han sido los siguientes:

- Aplicar la docencia inversa y trabajo colaborativo a la práctica de laboratorio en cuestión.
- Analizar la efectividad de dicha metodología tras su aplicación.
- Analizar el nivel de satisfacción del profesorado y alumnado tras su aplicación.

METODOLOGÍA

La metodología descrita en este artículo se ha aplicado a la asignatura Máquinas Eléctricas del MUIM de la UPV. En concreto, a la práctica de laboratorio 3 “Arranque de motores de inducción”, que se ha incluido en el programa de la asignatura por primera vez este curso académico 2021-2022.

El profesorado de la asignatura ha intentado incorporar las nuevas técnicas de enseñanza educativa en esta reciente práctica de laboratorio, específicamente la docencia inversa y el trabajo colaborativo (Labrador Piquer & Gómez Ángel, 2013). Así, el esquema del método empleado en cada grupo de laboratorio se muestra en la Tabla 1. El grupo de laboratorio 1 tiene 21 alumnos y el grupo de laboratorio 2 tiene 14 alumnos. Como se puede observar, cada grupo se divide en dos subgrupos de aproximadamente el mismo número de alumnos/as (el grupo 1 tiene un subgrupo de 10 alumnos/as y otro subgrupo de 11, mientras que el grupo de laboratorio 2 tiene dos subgrupos de 7 estudiantes cada uno).

Inicialmente, la profesora realiza una introducción teórica conjunta para todos los estudiantes de la práctica a desarrollar, de 45 minutos de duración (fase inicial, Tabla 1). Seguidamente, el grupo de laboratorio se divide en dos subgrupos de aproximadamente el mismo número de alumnos/as. Cada subgrupo realiza tareas complementarias aplicando docencia inversa, así como el desarrollo de la práctica en períodos de tiempo de distintos.

En la fase de desarrollo 1 (Tabla 1), de 45 minutos de duración, el subgrupo 1 estudia la parametrización de los equipos de medida de forma autónoma utilizando el material preparado por la profesora previamente. Este material es depositado en el apartado “recursos” de PoliformaT, la plataforma docente virtual de la UPV (Donderis Quiles et al.,

2020). A su vez, el subgrupo 2 desarrolla la práctica de laboratorio junto con el asesoramiento de la profesora.

En la fase de desarrollo 2 (Tabla 1), de 45 minutos de duración, el subgrupo 1 muestra la parametrización propuesta a la profesora y desarrolla la práctica de laboratorio con su asistencia. Paralelamente, el subgrupo 2 analiza los resultados obtenidos previamente. Esta fase la desarrollan de forma autónoma y siguiendo un guion depositado previamente por la profesora en PoliformaT.

En la fase final (Tabla 1), de 45 minutos de duración, los 2 subgrupos ponen en común las tareas independientes y complementarias realizadas durante la sesión, siempre con la ayuda de la profesora. De este modo, el subgrupo 1 muestra la parametrización de los equipos de medida, mientras que el subgrupo 2 comparte el análisis realizado de los resultados de laboratorio de forma colaborativa. Además, la profesora muestra el resultado final y asesora a los estudiantes.

Durante toda la práctica, cada uno de los estudiantes tiene acceso a una Tablet individual con conexión a internet para poder consultar la información necesaria, especialmente la depositada en PoliformaT para la práctica.

Al inicio de la siguiente sesión de laboratorio, los estudiantes realizan un test de evaluación tipo test por PoliformaT sobre los 3 apartados desarrollados durante la práctica en cuestión: parametrización, desarrollo de la práctica y análisis de resultados. Disponen para ello de una Tablet individual. Estos 3 apartados tienen un peso homogéneo sobre la calificación final del test. Este test tiene una duración de 10 minutos.

Tabla 1. Desarrollo metodología para cada grupo de laboratorio.

Fase	Subgrupo 1	Subgrupo 2	
Fase inicial	Introducción teórica conjunta		Acceso a recursos de información mediante Tablet individual con internet.
Fase desarrollo 1	Parametrización equipos medida	Desarrollo práctica laboratorio	
Fase desarrollo 1	Desarrollo práctica laboratorio	Análisis resultados laboratorio	
Fase final	Puesta en común de las tareas colaborativas: parametrización equipos de medida y análisis resultados laboratorio.		
Fase evaluación	Test evaluación por PoliformaT		

Tareas colaborativas con docencia inversa

Enseñanza tradicional

RESULTADOS

La aplicación de la metodología descrita a la práctica de laboratorio “Arranque de motores de inducción” se ha evaluado a partir de los resultados de los tests de evaluación PoliformaT y del nivel de satisfacción del alumnado y profesorado.

Resultados test evaluación

Los resultados de estos tests muestran de forma media un alto nivel de asimilación de conceptos en ambos grupos de laboratorio, con porcentajes de acierto del 88.4% y del 80.9%.

Por otro lado, los apartados relacionados con las tareas colaborativas y de docencia inversa (parametrización de equipos de medida y análisis de resultados) tuvieron un mayor porcentaje de acierto que la de desarrollo tradicional de la práctica en el laboratorio. Concretamente, el apartado de análisis de resultados obtuvo la mejor valoración (97.6% aciertos promedio), seguido del apartado de parametrización (84.5%). Estos resultados muestran la efectividad de la aplicación del trabajo colaborativo y de la docencia inversa en la asimilación de conocimientos de la asignatura Máquinas Eléctricas.

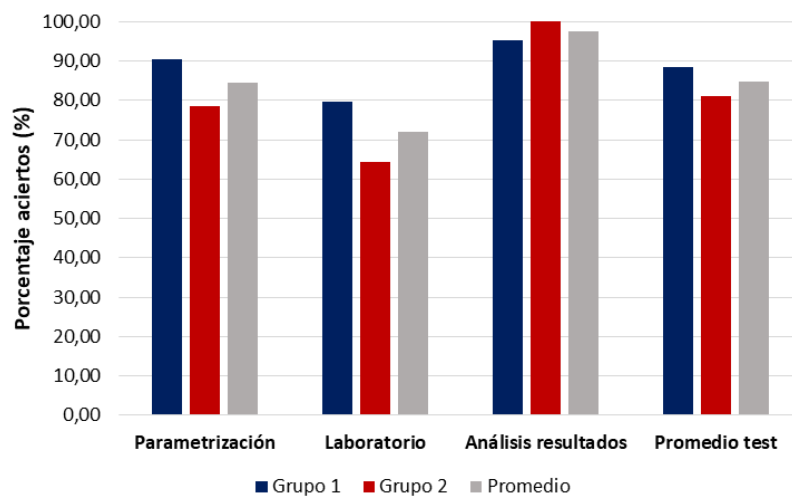


Fig. 1. Resultados test evaluación.

Satisfacción del alumnado y profesorado

El nivel de satisfacción del profesorado se ha recopilado a partir de las impresiones recabadas tras implantar la nueva metodología. Dichas impresiones reflejan que dividir cada grupo de laboratorio en 2 subgrupos ha permitido al profesorado prestar una atención más personalizada a los estudiantes. Tal y como mostraba la metodología (Tabla 1), mientras el subgrupo en cuestión desarrollaba la práctica de laboratorio con la profesora, el otro subgrupo realizaba una tarea colaborativa aplicando docencia inversa, utilizando el material preparado por la profesora para ello.

Por otro lado, los estudiantes mostraron un gran interés al desarrollar las tareas colaborativas con docencia inversa, recopilándose los comentarios mostrados en la Tabla 2 a través de un sondeo oral realizado durante la sesión:

Tabla 2. Comentarios generalizados de los estudiantes: nivel de satisfacción.

Comentarios estudiantes: nivel de satisfacción
<i>Tener acceso a una Tablet individual durante toda la sesión para poder desarrollar el trabajo autónomo.</i>
<i>Colaborar con mis compañeros/as para resolver la práctica en conjunto.</i>
<i>Trabajar en grupos pequeños, con atención más personalizada.</i>
<i>Comprobar las conclusiones extraídas por mi subgrupo posteriormente con la profesora y los otros compañeros/as.</i>
<i>Tener tiempo para asentar los conceptos de la sesión práctica y realizar el test de evaluación unas semanas después.</i>

CONCLUSIONES

Durante el curso 2021-2022, se ha incorporado una nueva práctica de laboratorio sobre “Arranque de motores de inducción” en la asignatura Máquinas Eléctricas (MUIM, UPV). Dicha práctica ha incorporado la división de los grupos de laboratorio en subgrupos, cada uno de los cuáles ha desarrollado trabajos colaborativos aplicando docencia inversa. Así, el desarrollo y extracción de conclusiones de la misma se ha realizado en un entorno colaborativo. En él, los estudiantes han adquirido los conocimientos tras unas etapas previas complementarias de trabajo autónomo y desarrollo tradicional de laboratorio, siempre guiados por la profesora y con el material previo necesario.

Los resultados de los tests de evaluación han mostrado la eficacia de la docencia inversa y trabajo colaborativo, obteniéndose valores promedio de acierto en los apartados referidos a estas tareas del 97.6% y del 84.5%, superiores a las preguntas correspondientes al desarrollo tradicional en el laboratorio (72% en promedio).

Estos resultados cuantitativos han sido respaldados también por la amplia aceptación por parte del profesorado y del alumnado sobre la aplicación de las nuevas técnicas de enseñanza en la práctica de laboratorio analizada.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido apoyada en parte por el Ministerio de Universidades bajo la ayuda Margarita Salas (MS/19), así como por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y la Agencia Nacional de Investigación (FPI BES-2017-080031).

REFERENCIAS

- Bastida-Molina, P., Vargas-Salgado, C., Montuori, L., & Alcázar-Ortega, M. (2021). Aplicación de la metodología clase inversa en la enseñanza de máquinas eléctricas avanzadas. *IN-RED 2020: VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia En Red*, 116–127. <https://doi.org/10.4995/INRED2020.2020.11987>
- Donderis Quiles, V., Bastida-Molina, P., Molina Palomares, M. P., & Sabater i Serra, R. (2020). *Plataforma de docencia on-line para mejorar el aprendizaje de conceptos de ingeniería eléctrica*.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7969078>

Labrador Piquer, M.-J., & Gómez Ángel, B. (2013). *Uso de las herramientas colaborativas en la plataforma educativa PoliformaT*. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/8316>

Tourón, J., & Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de Educacion*, 368, 33–65. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2015-368-288>

RuralLife4Good. Intraemprendimiento estudiantil como estrategia para la innovación social y educativa

Irene Badía Madrigal^a, Rita Julia Górriz Salanova^a, Inés Mondragón Pons^a, Victoria Olcina Marcos^a, Pedro Sáez Martínez^b, Pablo Tortosa Juanes^a, Guillem García Martín^a, María Cos Aznar^a y Begoña Sáiz Mauleón^c

^aGrado en Ingeniería Industrial y Desarrollo de Productos. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID). Universitat Politècnica de València (UPV). Camino de Vera, s/n. 46025 Valencia. (España) {ibadmad, rjgorsal, imonpon, volcmar, ptorjua, guigarm7, macoaz}@etsid.upv.es.

^bMonnou Studio. Graduado en Ingeniería del Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (UPV) y Máster en Economía Circular y Desarrollo Sostenible (VIU). pesaemar@gmail.com.

^cDepartamento de Expresión Gráfica Arquitectónica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID). Universitat Politècnica de València (UPV). Camino de Vera, s/n. 46025 Valencia. (España). bsaizma@ega.upv.es.

Abstract

This article presents a student intrapreneurship project, the impact on learning, and the improvement in acquiring skills of the YUDesign Spontaneous Generation group of the ETSID-UPV. The Social Innovation project “RuralLife4Good. Accommodation scholarship program for the empowerment of rural environments” was the national winner of the Project Lab 2021, of the Vodafone Foundation, within the framework of GLOBAL CHANGE and is currently being implemented in the Ràfol de Salem.

Keywords: Student intrapreneurship, Project-based learning, Higher education, Social innovation, YUDesign, Rural development, Design.

Resumen

En este artículo se presenta un proyecto de intraemprendimiento estudiantil, la repercusión en el aprendizaje y la mejora en la adquisición de competencias del grupo de Generación Espontánea YUDesign, de la ETSID-UPV. El proyecto de Innovación Social “RuralLife4Good. Programa de becas de alojamiento para la potenciación de los entornos rurales” resultó ganador nacional del Project Lab 2021, de la Fundación Vodafone, en el marco del GLOBAL CHANGE y actualmente se está implementando en el Ràfol de Salem.

Palabras clave: Intraemprendimiento estudiantil, Aprendizaje basado en proyectos, Educación Superior, Innovación Social, YUDesign, Desarrollo rural, Diseño.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Durante el curso 2020-2021 un equipo compuesto por seis estudiantes, de primer y segundo curso, máster y una profesora mentora de la ETSID-UPV, participamos en el Project Lab 2021 de la Fundación Vodafone, a través del proyecto #GLOBALCHALLENGE de sensibilización, formación y acción, en donde se planteaba a los participantes proponer retos de desarrollo y propuestas de actuación en un proceso de aprendizaje-acción.

El proyecto “RuralLife4Good. Programa de becas de alojamiento para la potenciación de los entornos rurales” fue seleccionado por el jurado para recibir uno de los dos primeros premios, con un proyecto que aspira a reducir la pérdida de los medios rurales y su despoblación, (Canal Pedro Sáez Martínez, 2021). El enfoque es el de un trabajo colaborativo, llevado a cabo por jóvenes que quieren transformar el mundo mediante la acción social y que tiene como eje vertebrador de la propuesta la innovación social.

La experiencia, que se ha convertido en un proyecto de intraemprendimiento estudiantil de innovación social en el marco de la Educación Superior, refuerza la teoría de que el intraemprendimiento está directamente vinculado con la innovación (Huang et al., 2021), y visibiliza un modelo de enseñanza y aprendizaje dinámico, en donde los generadores de un cambio o mejora educativa son los propios estudiantes, guiados por una mentora.

Los objetivos, por tanto, se plantean desde una doble vertiente. En primer lugar, los que corresponden al marco académico en su conjunto y, en segundo lugar, los propios del proyecto planteado, premiado y actualmente en desarrollo.

Objetivos Generales

- Mostrar un modelo de innovación educativa *bottom up*.
- Visibilizar los beneficios del intraemprendimiento estudiantil en la educación universitaria.
- Presentar la dinámica de un proyecto de Innovación Social que atraiga a las personas al medio rural con una propuesta sostenible, teniendo como base los ODS 8, 10, 11 y 17.
- Resaltar el potencial del grupo de Generación Espontánea YUDesign, de la Universitat Politècnica de València (UPV), valorizando la figura del profesor-mentor.

Objetivos Específicos

- Involucrar al alumnado en la resolución de problemas actuales con posibilidad de implementación.
- Orientar su trabajo desde una perspectiva técnica, social, humana y sostenible con la perspectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.
- Desarrollar e implementar una propuesta para generar empleo y crecimiento económico, sostenido y sostenible (ODS 8), que asiente nuevos habitantes en entornos rurales.
- Evaluar, con todos los agentes implicados, el impacto a corto, medio y largo plazo del proyecto, tanto en el marco de la educación superior como el del entorno rural.
- Integrar a YUDesign en la red de contactos de los diferentes agentes rurales que están trabajando en contra de la despoblación rural para dar a conocer y escalar el proyecto a otros entornos rurales con problemáticas similares (ODS 17).

DESARROLLO Y METODOLOGÍA

El grupo de Generación Espontánea YUDesign tiene como punto de partida el aprendizaje basado en proyectos con espíritu de implementación real. En este caso la propuesta “RuralLife4Good” se desarrolló durante las seis semanas que duraba el concurso Project Lab, enfocado a resolver retos complejos que favorezcan el cambio social y que estén vinculados con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas, (Canal Fundación Vodafone España, Project Lab, 2021). Una vez tomada la decisión de tratar de resolver el reto de la despoblación, se debía seguir la metodología proyectual impartida por la comunidad *Youth4Good*: un itinerario online en el que cada semana se subía un entregable a la plataforma del concurso, con dinámicas de *Design* y *Visual Thinking*, para que los mentores y el resto de los participantes ofrecieran un *feedback* del progreso. Esto generaba un proceso de retroalimentación y mejora constante.

La posibilidad de comunicación e interacción con otros equipos, a través de foros grupales (canal de *slack*, plataforma comunidad *youth4good*, discord), permitió aprender nuevas herramientas colaborativas. Todos los grupos podíamos acceder a los foros y ver el trabajo del resto de equipos.

Los entregables se evaluaban en base a una rúbrica y se otorgaban puntos por cada apartado. Los equipos que llegaron a la final eran aquellos que más puntos habían obtenido durante las seis semanas de entregables.

La dinámica de trabajo planteada por la organización del concurso ofrecía una planificación semanal muy pautada que, entre otras cosas, exigía la rotación de las responsabilidades asignadas a cada miembro del equipo, de modo que, cada uno de nosotros pudiese desempeñar y aprender todos los roles necesarios para llevar un proyecto adelante. Este tipo de ejercicio dentro del equipo favoreció la cimentación de unas relaciones firmes entre los integrantes (diálogo, sinceridad y empatía) manteniendo, a fecha de hoy, esta misma dinámica de trabajo cuyos principios descansan sobre la horizontalidad entre todos los miembros: un reparto equitativo de las funciones, el mismo peso en la toma de decisiones, unos objetivos comunes y el conocimiento de cómo funciona cada tarea. Con estas premisas se desarrolló más de un año de exhaustivo trabajo, con resultados más que satisfactorios y buenos pronósticos de futuro. El 24 de marzo de 2021 se realizó la Gala Final de entrega de premios, obteniendo uno de los dos primeros premios otorgados a universidades (Canal Fundación Vodafone España, Gran Final Project Lab, 2021, 1:05:56s).

Una vez obtenido el premio se recibieron nuevas sesiones de mentoría, que tuvieron una duración de 3 meses y se realizaron con diferentes miembros del equipo organizador de la Fundación Vodafone, con un perfil, en este caso, de *coaching* empresarial focalizado en emprendimiento. Durante estas mentorías se expusieron los avances y problemas que iban surgiendo con el desarrollo del proyecto, ya que en nuestro caso las posibilidades de implementación eran reales. Los mentores planteaban diferentes puntos de vista e indicaciones para seguir y poder implementar el proyecto piloto. En estas sesiones también se encontraban los diferentes ganadores de las otras áreas del concurso, lo que potenciaba el aprendizaje colectivo, la multidisciplinariedad y el intercambio de conocimientos.

Para implementar el proyecto en una población real y conseguir hallar la vía que daba viabilidad al proyecto piloto se inició una dinámica, de 9 meses de duración y ya sin mentorización por parte de la Fundación, que permitió profundizar desde otras perspectivas en las problemáticas que envuelven al mundo rural, buscando contactos relacionados con el entorno, entrevistándonos con alcaldes y empresarios rurales, y empezando a colaborar con agentes sociales que trabajan contra la despoblación, como la Cátedra AVANT y Agentes de Desarrollo Local (ADL), entre otros.

Fue a raíz de todas estas entrevistas que se generó un punto de inflexión ya que, a la idea inicial de crear una aplicación que trabajase como pasarela entre los jóvenes y el mundo rural, se antepuso la posibilidad real de llevar a cabo un primer proyecto piloto de inmersión en una población en riesgo de despoblación. Esto nos permitiría, posteriormente, definir y concretar mejor esta “pasarela de unión” desde una experiencia real y pragmática, contando además con la experiencia y colaboración de los agentes rurales.

Fue así como el proyecto evolucionó hacia la creación de un programa de becas de desarrollo rural, en donde a modo de proyecto piloto se ofertaron dos becas para estudiantes con el objetivo de realizar una aportación local sobre unas necesidades previamente definidas, enfocadas básicamente a la generación de trabajo (ODS 8, meta 8.9) para fortalecer el desarrollo regional (ODS 11, meta 11.a) y asentar población.

Esta acción se considera un punto de partida con perspectiva de continuidad en el entorno universitario, alineándose al ODS 17, en concreto a la meta 17.17. Empleando los recursos de la universidad se proyecta poner en comunicación a estudiantes y poblaciones rurales en riesgo de despoblación, exportar la experiencia a otras escuelas y áreas de conocimiento, y utilizar los resultados y conclusiones de la primera edición como aval de la viabilidad del proyecto.

RESULTADOS

El proyecto piloto se está realizando en el Ràfol de Salem, un pequeño pueblo situado al sur de la provincia de València, en la Vall d'Albaida. Este municipio cuenta con menos de 500 habitantes, elevado índice de dependencia, baja tasa migratoria y características que aumentan el riesgo de despoblación. Cuenta con áreas de actividades deportivas, un ambiente muy familiar y una nueva zona residencial, llevada a cabo con el objetivo de no sucumbir a la despoblación extrema. Las dos becas, de cuatro meses de duración, se iniciaron en abril de 2022 y se están realizando con alumnado del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID-UPV).

La primera de las becas tiene el objetivo de impulsar la imagen gráfica de la empresa local de patatas fritas Anel, con un fuerte compromiso en la producción con ingredientes de proximidad y el fomento del empleo local (ODS 8, meta 8.3). La segunda beca consiste en la creación de una marca propia de la zona junto con el Ayuntamiento del Ràfol de Salem, para potenciar el fomento del turismo local y poner en valor el entorno, las tradiciones y costumbres de la zona (ODS 8, meta 8.9).

Actualmente, ambos estudiantes desarrollan su vida social y laboral en el pueblo, lo que les permite vivir una experiencia inmersiva generando, por ende, el pleno desarrollo de los

trabajos de una manera mucho más intensa y cercana al problema. Los estudiantes tienen la valiosa oportunidad de sensibilizarse, en primera persona, con zonas de despoblación rural, sus habitantes y vivir la limitación o ausencia de los servicios a los que generalmente están habituados. Esta situación es interesante para la generación de nuevas ideas desde una perspectiva joven y con visión de futuro.

Toda la red de contactos establecida ha propiciado que el grupo de generación espontánea YUDesign defina una nueva línea de interés, basada en lo rural y denominada RuralYU. Gestionan y revisan el buen funcionamiento del proyecto, con la vista puesta en futuras poblaciones en donde seguir desarrollando la idea, y se encargan de la difusión del proyecto en redes sociales y charlas a las que son invitados, generando a través de estas acciones la voz que la despoblación demanda.

Desde el Instagram de YUDesign <https://instagram.com/yudesignupv> y el nuevo Instagram, generado a raíz de la nueva línea de trabajo, https://www.instagram.com/ruralyu_upv el equipo difunde en redes sociales la evolución del proyecto, contando desde sus inicios hasta la actualidad y pasando por todos los pasos intermedios en los que se han visto envueltos. Además, desde los post de RuralYU se detalla la continuidad que está teniendo el proyecto con los estudiantes en el pueblo, mediante un sistema organizativo que presenta a los miembros del equipo y se ordena por meses. Dentro de cada mes, el equipo sube un vídeo explicativo que cuenta las fases de los proyectos y, como acompañamiento a esta secuencia, se añaden unos vídeos cortos a modo recopilación de imágenes o vídeos que se realizan durante las jornadas de visita al proyecto.

Recientemente el equipo RuralYU ha sido invitado a la Jornada “Educación y Despoblación. Propuestas y experiencias”, celebrada en Beniarrés el 28 de abril y organizada por la Dirección General de la Agencia Valenciana Antidespoblament y la Cátedra AVANT. En la jornada se explicó el proyecto y las expectativas de futuro, generando un impacto positivo entre los asistentes e inspirando a que otras poblaciones en riesgo de despoblación se sumen a la iniciativa.

También se ha observado que el número de alumnado que se está interesando por el desarrollo rural y la innovación social está aumentando dentro de YUDesign, extrapolándose este interés a otras escuelas como la E.T.S de Ingeniería Agronómica y del Medio Rural, y tejiendo una telaraña cada vez más grande de estudiantado y profesorado con ganas de implicarse en este tipo de acciones reales para ofrecer alternativas tangibles de desarrollo, alineándose de este modo al ODS 17.

CONCLUSIONES

Esta experiencia de innovación social y educativa *bottom up* empodera al alumnado, colocándolo, en su momento de formación universitaria en una posición de valor ante una sociedad en transformación. Desde una perspectiva docente, esta experiencia de aprendizaje desde un enfoque real y fuera del aula, llevada a cabo con la mayoría de alumnado de segundo curso, genera muchas posibilidades de formación y colaboración académica. Y esto es lo verdaderamente innovador, ya que alumnado y profesorado-mentor están actuando de directores de un proyecto real, dirigiendo a otros estudiantes que desarrollan el proyecto, con

contrapartes implicadas y perspectiva de compromiso universitario. El rol que han asumido motiva extraordinariamente el aprendizaje, mejora la calidad en los resultados académicos y genera un sentimiento expansivo entre sus compañeros, además de evidenciar que, un espíritu de intraemprendimiento beneficia, no solo al entorno propiamente estudiantil sino al conjunto de miembros que configuran la institución (Deprez et al., 2018), en este caso la UPV.

Durante el desarrollo de este proyecto el alumnado está descubriendo la importancia de las competencias generales, específicas y transversales, que tan necesarias serán para el desarrollo de su futura profesión, siendo estas últimas las que verdaderamente se están potenciando. Entre ellas destacaremos: el pensamiento analítico, crítico, creativo, práctico y deliberativo; la capacidad emprendedora; la capacidad para innovar; el aprendizaje continuo; la resolución de problemas; la toma de decisiones; la gestión del tiempo; la planificación y gestión de un proyecto; el trabajo en equipo; la auto-motivación y la creatividad.

Por último, resaltar tres aspectos clave en el desarrollo del proyecto. En primer lugar, el liderazgo. Todos los miembros han asumido roles con responsabilidades, actuando de líderes naturales en momentos determinantes. En segundo lugar, la figura de la mentora, como guía académica, mediadora entre los distintos agentes participantes y generadora de un ambiente sano, emprendedor y productivo (Latvia et al., 2012). Y en tercer, y último lugar, el espíritu de trabajo y sacrificio, que se ha visto premiado para, posteriormente, asumir en el ejercicio de la responsabilidad, la planificación, desarrollo, seguimiento y consecución del proyecto, convirtiéndose en tutores de sus propios compañeros.

En lo referente a las becas y su repercusión en el entorno rural, tendremos que esperar a la finalización del proyecto piloto para extraer resultados, ya que aún se encuentra en fase de desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Cátedra AVANT, Fundación IVIFA, CCD-UPV, ETSID, Papas Anel y Ayuntamiento del Ràfol de Salem.

REFERENCIAS

- Canal Fundación Vodafone España. (24 de marzo de 2021). Gran Final Project Lab 2021. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=S6LuCGe6emo&t=4026s>
- Canal Fundación Vodafone España. (12 de abril de 2021). Project Lab: El videoclip. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=Yun9xAJy98E&t=2s>
- Canal Pedro Sáez Martínez. (19 de marzo de 2021). RuralLife4Good. Programa de becas alojamiento para la potenciación de los medios rurales. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=r6fek--HpFo>
- Deprez, J., Leroy, H., & Euwema, M. (2018). Three chronological steps toward encouraging intrapreneurship: Lessons from the Wehkamp case. *Business Horizons*, 61(1), 135–145. <https://www.doi.org/10.1016/j.bushor.2017.09.013>
- Huang L-Y., Yang Lin S-M. and Hsieh Y-J. (2021). Cultivation of Intrapreneurship: A Framework and Challenges. *Frontiers in Psychology*, 12 (731990), 1-14. <https://www.doi.org/10.3389/fpsyg.2021.731990>
- Latvia Maslo I., Fernández González M. J. (2012). The central role of educational leadership for developing students' intrapreneurship attitudes in Higher education settings. *International Conference Entrepreneurship Education - A Priority for the Higher Education Institutions* (pp.169-172). Editors: C. Martin, E. Druica.

Aprendizaje Basado en Proyectos en asignaturas de Física: aplicación en el Grado en Ingeniería Eléctrica de la UPV

Isabel Salinas Marín^a, Marcos H. Giménez Valentín^b, Vanesa Paula Cuenca-Gotor^c, Juan Ángel Sans-Tresserras^d, Vicente Ferrando-Martín^e, Santiago Emmanuel Moll-López^f, José Antonio Moraño-Fernández^g, Juan Carlos Castro-Palacio^h y Juan Antonio Monsoriu-Serraⁱ

^a Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València (ETSID-UPV) isalinas@fis.upv.es, ^b ETSID-UPV mhgimene@fis.upv.es, ^c ETSID-UPV vacuego@fis.upv.es, ^d ETSID-UPV juasant2@upv.es, ^e ETSID-UPV viferma1@etsid.upv.es, ^f ETSID-UPV sanmollp@mat.upv.es, ^g ETSID-UPV jomofor@mat.upv.es, ^h ETSID-UPV juancas@upvnet.upv.es, ⁱ ETSID-UPV jmonsori@fis.upv.es.

Abstract

This work shows the application of the Project-Based Learning methodology in the subject of Physics of the bachelor's degree in Electrical Engineering, through the study of the geometry of masses of elements usually used in the structures of solar energy electrical installations, and its subsequent presentation in poster format. The improvement in the learning of this basic subject is analysed, as well as the degree of satisfaction of the students with this project.

Keywords: Project-Based Learning, Physics, geometry of masses.

Resumen

En este trabajo se muestra la aplicación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura de Física del Grado en Ingeniería Eléctrica, mediante el estudio de la geometría de masas de elementos usualmente utilizados en las estructuras de las instalaciones eléctricas de energía solar, y su posterior presentación en formato póster. Se analiza la mejora en el aprendizaje de esta materia básica, así como el grado de satisfacción del alumnado con este proyecto.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Física, geometría de masas.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La idea inicial de este proyecto surge, como respuesta a la modificación de unas prácticas de laboratorio debida a la pandemia, en la asignatura de Física del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València, aprovechando que una de las salidas profesionales del mismo es la industria del mueble. Posteriormente se extiende a los Grados en Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica, de la misma Escuela. Para la adaptación a la Física del Grado

en Ingeniería Eléctrica, se ha enfocado hacia el estudio de elementos estructurales empleados en instalaciones de energías renovables.

Para la docencia de las asignaturas de Física, en los planes de estudio se tiene en cuenta un reparto equitativo entre créditos de teoría y créditos de prácticas. La Teoría de Aula (TA) normalmente se acompaña de Prácticas de Aula (PA), y es en las Prácticas de Laboratorio (PL) donde se aplican los conocimientos teóricos a la práctica experimental, realizando tareas similares a las de investigación en laboratorio sobre fenómenos físicos estudiados en aula.

Durante los últimos años, la realización de las prácticas de laboratorio ha estado siguiendo el mismo patrón de toma de datos del fenómeno físico a estudiar, en el laboratorio, y posterior análisis y presentación mediante un informe escrito a modo de memoria de análisis de resultados y conclusiones. La limitación de contacto impuesta por la pandemia, que obliga a los estudiantes a realizar los experimentos de forma individual, cuando anteriormente lo hacían en parejas o grupos de tres, nos lleva a pensar en prácticas de laboratorio alternativas.

Además, esta situación nos permite introducir un elemento innovador, que esperamos resulte en una mejora para el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado, ya que, a pesar de que los resultados son relativamente buenos, en ocasiones, la docencia de la Física, y del resto de ciencias básicas, puede resultar tediosa, por lo que la inclusión de alguna estrategia metodológica puede motivar al alumnado, e incluso “divertirlo” (Gil, 1986; Gil, 1988).

1.1. Aprendizaje Basado en Proyectos.

Atendiendo a estas condiciones de partida, se plantea la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) teniendo en cuenta los 4 componentes básicos de toda metodología (Zabalza, 2011): la organización de los espacios y los tiempos, el suministro de información, la orientación y gestión de las actividades de aprendizaje, y las relaciones interpersonales.

La apuesta por la metodología de ABP se basa en el convencimiento de que el desarrollo de un proyecto en los estudios de ingeniería, aunque sea a nivel básico, puede ser un gran aliciente para los estudiantes de primeros cursos, pues facilita la conexión entre la formación básica que reciben y su futuro desempeño de la profesión, además del desarrollo del autoaprendizaje y el pensamiento creativo (Fernández, 2006). De hecho, de entre los beneficios de este método se destaca que: aumenta el aprendizaje autónomo, prepara a los estudiantes para los puestos de trabajo, aumenta la motivación, fortalece la autoconfianza, establece la conexión entre el aprendizaje en la escuela y la realidad, ofrece oportunidades de colaboración para construir conocimiento, aumenta las habilidades sociales y de comunicación, aumenta las habilidades para la solución de problemas... Si a esto añadimos los beneficios del trabajo colaborativo en cuanto a aumento de la interacción y de la habilidad de pensamiento crítico en el negociado de soluciones, el ABP parece ser una buena estrategia para la mejora de la calidad del aprendizaje (Tippelt, 2001; Maldonado, 2008).

1.2. Objetivos.

El principal objetivo de esta actuación es iniciar a los estudiantes de primer curso en el desarrollo de proyectos y su presentación mediante póster, de forma que vean la relación existente entre el aprendizaje de un tema de formación básica, como es la geometría de masas, y el futuro desempeño de la profesión.

Los objetivos específicos de la actuación, relacionados con la metodología docente, son:

1. Aumentar la motivación del alumnado, mediante el desarrollo de un proyecto a nivel básico que dé sentido a la adquisición de los conocimientos.
2. Mejorar la capacidad de aplicación de los contenidos a la práctica, ampliando la visión del futuro profesional de los estudiantes.
3. Fomentar la adquisición de competencias transversales como la comunicación efectiva y el pensamiento crítico, mediante la entrega del proyecto en formato póster y su exposición.
4. Cuantificar el grado de adquisición de conocimientos por parte del alumnado.
5. Cuantificar el grado de satisfacción del alumnado y del profesorado respecto a la eficacia de la metodología de ABP en el proceso de aprendizaje.

Respecto a los resultados de aprendizaje, se espera que los estudiantes, a la consecución del proyecto, sean capaces de:

1. Detallar los condicionantes de partida para el diseño de un elemento estructural básico: materiales, densidades, formas, etc.
2. Analizar elementos estructurales mediante la modelización del conjunto por descomposición en figuras geométricas sencillas.
3. Calcular los parámetros básicos de geometría de masas de elementos estructurales.
4. Comprobar la coherencia de los resultados respecto del sistema de referencia y eje seleccionados.
5. Elaborar un informe de comportamiento de un elemento estructural empleando el formato póster para su presentación, atendiendo al uso correcto del lenguaje científico-técnico.

METODOLOGÍA

Los equipos de trabajo están formados por 5-6 estudiantes. El proyecto se desarrolla en dos fases: en la primera se realiza una entrega parcial, cuya valoración se emplea como retroalimentación para la optimización del trabajo; y en la segunda fase, se realiza la entrega final en la que se formaliza, en formato póster, el desarrollo completo del proyecto.

Cada equipo selecciona un elemento de estructura de soporte de una instalación fotovoltaica. Puede elegir entre los elementos sugeridos (marquesina de aparcamiento, panel sobre cubierta, etc.) o desarrollar un elemento diferente que les resulte atractivo. Entre los más innovadores destaca una estación de carga de drones.

El desarrollo del proyecto sigue los siguientes pasos, indicados escuetamente, teniendo en cuenta que algunos de ellos se trabajan a la vez, a pesar del orden expuesto:

Bocetado: En primer lugar, el equipo realiza un boceto del diseño del elemento seleccionado. Esta fase permite descartar o simplificar aquellos diseños cuya complejidad supere el nivel de conocimientos desarrollados en clase.

Modelización y descomposición del elemento: El equipo modeliza el elemento de forma que se cumpla el requisito de sencillez, para poder aplicar las hipótesis de cálculo, y lo descompone

en todas las partes que se consideren necesarias para analizar el elemento como un sistema de figuras geométricas sencillas.

Tabla de materiales: El equipo selecciona los materiales de fabricación de las distintas partes del elemento, partiendo de la premisa de que se deben utilizar, como mínimo, dos materiales diferentes.

Entrega de la primera fase: Cada equipo vuelca la información de los apartados anteriores en el guion que se les ha facilitado. El profesorado realizará la corrección de esta entrega antes de comenzar con la siguiente fase del proyecto, para que el alumnado cuente con la retroalimentación necesaria.

Elección del sistema de referencia para el cálculo del centro de masas: Cada equipo debe analizar su elemento en conjunto para poder seleccionar el sistema de referencia respecto al que se calculará el centro de masas de este.

Elección del eje respecto al que se calculará el momento de inercia: Cada equipo debe analizar su elemento en conjunto para poder seleccionar el eje respecto al que calculará el momento de inercia de este. Esta elección será supervisada por el profesorado y se precisará de su aprobación para poder continuar con el posterior cálculo.

Cálculo del centro de masas del elemento: El equipo debe aplicar la ecuación de cálculo de centros de masas de sistemas de puntos materiales.

Cálculo del momento de inercia del elemento: El equipo debe aplicar la ecuación de cálculo de momentos de inercia de sistemas de puntos materiales.

Preparación del póster: Todos los elementos descritos anteriormente en ambas fases del proyecto deben integrar el póster que presentan los equipos de trabajo. Se siguen las indicaciones básicas de confección de un póster (Guardiola, 2010), quedando la estructura dispuesta en: título, autores, centro, introducción con hipótesis y objetivo, metodología y desarrollo, resultados y conclusiones.

Presentación del póster: Se define, en la programación de la asignatura, el día de presentación. Los profesores se encargan de imprimir los pósters y dejarlos presentados en los paneles. Los equipos explicarán sus proyectos en la sesión correspondiente.



Fig. 1. Exposición de pósters del curso 21-22.

Para la evaluación del logro de los objetivos se han diseñado:

- Los materiales de docencia para la adquisición de conocimientos y desarrollo del proyecto.
- Las dos rúbricas necesarias para la evaluación de las dos fases del proyecto (primera entrega y póster).
- Los cuestionarios para las encuestas de satisfacción del alumnado.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Respecto a los resultados académicos, se muestra una comparativa de la media de los resultados obtenidos en la realización de las prácticas de laboratorio 1 y 2, antes de incluir el proyecto de geometría de masas, y los resultados obtenidos en estas prácticas, tras el cambio por el proyecto, comparados con la calificación final de prácticas de laboratorio. Como se puede observar, el cambio de las antiguas prácticas 1 y 2 por el proyecto, ha supuesto una mejora en las calificaciones obtenidas.



Fig. 2. Comparativa de las calificaciones obtenidas.

Respecto a la satisfacción del alumnado, se ha podido observar un porcentaje importante de estudiantes satisfechos con la labor realizada, y un ligero aumento en la motivación del alumnado respecto al trabajo desarrollado en las prácticas de laboratorio convencionales.



Fig. 3. Resultados del cuestionario de satisfacción.

A la vista de los resultados del cuestionario, se puede concluir que la aplicación de la metodología de ABP para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de Física del Grado en Ingeniería Eléctrica ha sido exitosa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa PIME/21-22/286 titulado: “Aprendizaje Basado en Proyectos en asignaturas de Física: estudio de la geometría de masas en elementos de mobiliario.”, del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València (Universidad Politécnica de Valencia), que es la entidad financiadora (UPV: Convocatoria de Proyectos dentro de Aprendizaje + Docencia. Proyectos de Innovación y Mejora Educativa).

REFERENCIAS

- (Fernández, 2006) Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56.
- (Gil, 1986) Gil Pérez, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), 111-121.
- (Gil, 1988) Gil Pérez, D. y Payá, J. (1988). Los trabajos prácticos de Física y Química y la Metodología científica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2 (2), 73-78.
- (Guardiola, 2010) Guardiola, E. (2010). El póster científico. Presentaciones orales en biomedicina. Aspectos a tener en cuenta para mejorar la comunicación. *Cuadernos de la Fundación Dr. Antoni Esteve nº20* (pp. 85-102), Fundación Dr. Antoni Esteve (Eds.), Barcelona.
- (Maldonado, 2008) Maldonado Pérez, M. (2008). Aprendizaje Basado en Proyectos Colaborativos: Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 14 (28), 158-180.
- (Tippelt, 2001) Tippelt, R. y Lindemann, H. (2001). El método de Proyectos. http://132.248.239.10/cursos_diplomados/diplomados/basico/colima07/5_material_didactico/productos_didac/met-proy.pdf
- (Zabalza, 2011) Zabalza Beraza, M.A. (2011). Metodología docente. *Revista de Docencia Universitaria. REDU. Monográfico: El espacio europeo de educación superior. ¿Hacia dónde va la Universidad Europea?*, 9 (3), 75-98. Recuperado el 12 de marzo de 2021 en <http://redaberta.usc.es/redu>

Experiencias relativas a la puesta en marcha del Máster en Ingeniería Industrial en la Escuela Politécnica Superior de Córdoba (EPSC)

Pablo E. Romero^a, Rafael Castro-Triguero^a, Esther Molero^a y Rafael R. Sola-Guirado^a

^aDepartamento de Mecánica (Universidad de Córdoba, p62rocap@uco.es, rcastro@uco.es, Esther.molero@uco.es, ir2sogur@uco.es).

Abstract

The Polytechnic School of Cordoba implemented the Master's Degree in Industrial Engineering in 2015. This paper summarizes some of the initiatives launched by the managers of the master to consolidate it and strengthen its social and professional prestige. It is possible that this work is adequate, as evidenced by the number of students enrolled in recent years.

Keywords: Master's Degree in Industrial Engineering, Doctorate, Internationalization, Professional College.

Resumen

La Escuela Politécnica Superior de Córdoba implantó en 2015 el Máster en Ingeniería Industrial. En el presente trabajo se resumen algunas de las iniciativas puestas en marcha por los responsables del máster para consolidar el mismo y reforzar su prestigio social y profesional. Es posible que esta labor esté dando sus frutos, según se desprende del número de alumnos matriculados en los últimos años.

Palabras clave: Máster en Ingeniería Industrial, Doctorado, Internacionalización, Colegio Profesional.

INTRODUCCIÓN

En el año 2015 se implantó el Máster Universitario en Ingeniería Industrial en la Escuela Politécnica Superior de Córdoba (EPSC, 2022). Desde ese momento, los alumnos egresados de los Grados en Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería en Electrónica Industrial que se imparten en la EPSC tienen la posibilidad de adquirir las competencias del título de ingeniero industrial sin necesidad de cambiar de ciudad.

El Máster, que cuenta con 92 créditos ECTS, tiene un carácter generalista (BOE, 2015). Está diseñado para que los alumnos de las distintas especialidades completen su formación en otras disciplinas distintas a la que estudiaron en el grado. El egresado puede realizar labores de dirección y/o coordinación en grandes proyectos, ya que tiene una formación transversal

que le permite entender los problemas que puedan surgir en distintos capítulos de un proyecto y tomar las decisiones oportunas que permitan superarlos.

El Máster tiene solo seis años de vida. Pronto cumplirá siete. Queda lejos todavía la mayoría de edad. En estos momentos hay que estar muy pendiente de todo lo que ocurre en el grupo humano que interacciona cada día: alumnos/as, profesores/as, personal de administración y servicios. Para ello, el Máster cuenta con un director, un consejo académico, una unidad de garantía de calidad y un coordinador. La labor de este equipo es analizar las necesidades del Máster y proponer e implantar medidas estratégicas (director) y operativas (coordinador).

En la literatura no es fácil encontrar información acerca de los problemas y vicisitudes que han encontrado otros centros en la implantación del Máster en Ingeniería Industrial. Hay que destacar el trabajo de Fernández-Rico et al. (2020) en el que se estudiaron los másteres en Ingeniería Industrial de 33 universidades españolas, para analizar y conocer sus características, el enfoque profesional y su vinculación con el entorno, evidenciando las fortalezas y las posibilidades de mejora. También hay que citar el trabajo de Zamora-Polo y Sánchez-Martín (2015), que analiza las propuestas de planes de estudios verificados por alguna de las Agencias de Evaluación y Acreditación a la fecha de su redacción, con el fin de detectar semejanzas y diferencias entre los títulos acreditados.

En el presente trabajo se resumen algunas de las iniciativas puestas en marcha por los responsables del Máster durante los últimos años con el objetivo de consolidar este. Esta experiencia puede ser de interés para otras escuelas que estén implantando o vayan a implantar una nueva titulación similar. Las experiencias se han agrupado en las siguientes secciones: relación con las empresas, relación con el Colegio profesional, fomento de prácticas de empresa, fomento de doctorado, internacionalización y refuerzo de la identidad digital. A modo de resultados, en la sección final se presentará la evolución del número de alumnos matriculados durante estos seis cursos, así como la tasa de éxito y la tasa de abandono. El trabajo se enmarca en objetivo de desarrollo sostenible “industria, innovación e infraestructura”.

INICIATIVAS PUESTAS EN MARCHA PARA CONSOLIDAR LA TITULACIÓN

Apuesta por profesorado experto

Uno de los principales factores en el éxito de una titulación es el claustro de profesores. Este axioma también se cumple en el Máster objeto de estudio. El claustro está formado por 36 profesores, de los cuales, 5 son catedráticos, 16 son profesores titulares de universidad, 7 son profesores contratados doctor, 4 son profesores ayudantes doctor, 1 es catedrático de Escuela Universitaria, 2 son profesores titulares de Escuelas Universitarias, 1 es profesora asociado. La media de sexenios es de 1.17 (curso 2019/2020) y la media de quinquenios es 2.53 (curso 2018/2019). Se trata de profesores expertos en las materias que imparten, que dirigen o participan en proyectos de investigación nacionales e internacionales, y que tienen vinculación con las empresas del entorno, a las que transfieren conocimiento.

Relación con las empresas

Los responsables del Máster tuvieron claro, desde el principio, que el Máster en Ingeniería Industrial tenía que estar enraizado en el tejido productivo de la provincia. Para ello, puso en marcha varias iniciativas que se describen a continuación.

- Visitar a las principales empresas y centros tecnológicos de la provincia, para presentar la titulación y para conocer qué necesidades formativas reclaman en los egresados.
- Reforzar la relación con las empresas ubicadas en el sur de la provincia de Córdoba dedicadas al diseño y fabricación de equipos de climatización y refrigeración. Muchas de estas empresas forman parte del clúster AFAR, que factura más de 500 millones de euros al año. Por su parte, la planta de Carrier ubicada en Montilla (Córdoba), que no pertenece al clúster, tiene una facturación adicional superior a los 100 millones de euros.

Relación con el Colegio profesional

Otra prioridad para el director y el coordinador del Máster fue reforzar la relación existente con la delegación en Córdoba del Colegio de Ingenieros Industriales. El decano (o en su defecto, el delegado) del Colegio pertenece a la unidad de garantía de calidad del Máster. Esto permite al decano participar en el órgano del Máster responsable de cumplir un estándar superior al que exige la Dirección de Evaluación y Acreditación.

El Colegio de Ingenieros Industriales evalúa cada curso los Trabajos Fin de Máster que cuentan con mayor calificación y seleccionan uno. Durante el acto de graduación de la promoción, el decano o el delegado del Colegio entregan una insignia al alumno/a responsable de dicho trabajo. En este sentido, el director y el coordinador del Máster se han reunido con miembros del Colegio para pedirles ayuda en la búsqueda de empresas que puedan apadrinar a los mejores Trabajos Fin de Máster en distintos campos de la ingeniería: climatización y refrigeración, energía, agroalimentación, automatización, mecánica, fabricación, entre otras.

Por otro lado, el coordinador de la titulación informa periódicamente de los cursos que se imparten en el Colegio y a los que pueden tener acceso los alumnos del máster que se hayan pre-colegiado. Esta figura es gratuita y permite a los alumnos conocer los servicios del Colegio profesional.

Fomento de prácticas de empresa

La Dirección de la Escuela Politécnica Superior de Córdoba, el Consejo Académico del Máster y el claustro de profesores coinciden en la importancia del programa de prácticas externas. Esta importancia tiene varias dimensiones: (i) aumenta la empleabilidad de los egresados; (ii) permite la transferencia de conocimiento universidad-empresa; (iii) refuerza los lazos con empresas de la provincia; (iv) ayuda a desarrollar el territorio.

La Universidad de Córdoba, consciente de esta realidad, tiene varios programas que fomentan, financian y articulan programas de prácticas para estudiantes del Máster: (i) Programa Semillero de Emprendedores UCO-SANTANDER del Plan Propio Galileo; (ii) Programa Propio de Posgrado de la Universidad de Córdoba (programa similar al Semillero de Emprendedores); (iii) Programa de Prácticas Externas – UCOPREM.

En este apartado hay que destacar el programa “Semillero de Emprendedores” UCO-SANTANDER del Plan Propio Galileo. Se trata de un programa de becas para alumnos de Máster que hacen prácticas en empresas de la capital o de la provincia durante 4 meses. La beca proporciona una remuneración de 400 € al mes (el alumno realiza una labor a coste cero para la empresa). A cambio, el alumno debe realizar una tarea de cierta entidad, que pueda tener sustancia para servir como Trabajo Fin de Máster. En la mayoría de los casos, los alumnos resuelven o ayudan a resolver problemas concretos que tienen las empresas, usando los conocimientos y habilidades obtenidas durante su formación de posgrado.

En los últimos cursos, varios alumnos del Máster han realizado prácticas, haciendo uso de los programas anteriores, en distintas empresas y centros tecnológicos de la provincia: DEOLEO, HIANSA, Estampaciones Casado, CSG Ingeniería, CETEMET, PACKAGING SYSTEMS, AB MAURI, GRUPO PUMA, IMIBIC... Vinculados a alguna de esas prácticas, se han realizado Trabajos Fin de Máster. Algunos de estos trabajos se resumen en la Tabla 1.

Estudios de doctorado e internacionalización del Máster

El director y coordinador del Máster están volcados con la promoción del doctorado entre los alumnos. Aunque el Máster es profesional, cursando cuatro asignaturas transversales de iniciación a la investigación y presentando un TFM investigador, el alumno puede iniciar sus estudios de doctorado. En la actualidad, hay cuatro alumnos del Máster que han optado por

Tabla 1. Trabajos Fin de Máster realizados por los alumnos en colaboración con distintas empresas de la provincia.

Empresa	Breve descripción	Título del trabajo
AB Mauri	Multinacional dedicada a la fabricación de productos para panadería y repostería	Estudio de la criticidad de las distintas máquinas de las líneas de producción con el objetivo de optimizar los repuestos de almacén para mantenimiento correctivo
CARRIER	Multinacional dedicada a la fabricación de equipos para acondicionar aire	Mejora de productividad en línea de equipos de montaje de equipos de aire acondicionado mediante técnicas lean
PENINSULAR DEL LATÓN	Empresa dedicada a la fusión, extrusión y estirado de barras de latón	Mejora de la productividad y la calidad de una línea de extrusión de latón mediante técnicas de lean manufacturing
PACKAGING SYSTEM	Empresa perteneciente al grupo internacional CFC-GROUP dedicado a la fabricación de líneas de envasado	Estudio técnico para mejora del tiempo de operación y del aprovechamiento de espacio en un almacén vertical automático
HIANSA PANEL	Empresa multinacional dedicada a la fabricación de paneles de fachada y cubierta	Implantación de plan de mantenimiento asistido por ordenador en una planta dedicada a la fabricación de paneles industriales

esta vía y que están realizando su tesis en el seno del grupo de investigación RATE (Research Group in Applied Thermal Engineering), dirigido por el Prof. Manuel Ruiz de Adana o del grupo BIO-SAHE (Biocombustibles y Sistemas de Ahorro Energético), dirigido por la Prof. Pilar Dorado.

La internacionalización del Máster no está siendo fácil. El tamaño de las asignaturas (mayoritariamente de 3 créditos) complica la realización de intercambios de estudiantes. Para solventar esta situación, se ha propuesto a los alumnos que hagan su TFM en otros países. El año que viene, por ejemplo, uno de nuestros alumnos realizará su TFM en la Universidad de Landshut (Alemania). Su TFM irá asociado a unas prácticas que realizará en una empresa aún por determinar.

Por otro lado, se han establecido contacto con la Universidad de la Tuscia (www.unitus.it), ubicada en Viterbo (Italia), con el objetivo de poner en marcha una doble titulación. El proceso se encuentra en una fase inicial, aunque se están dando pasos para reforzar la relación. Durante el presente cuatrimestre, uno de los profesores de Viterbo ha realizado una estancia ERASMUS+ en la EPSC.

Refuerzo de la identidad digital del Máster

Las personas y las empresas están hoy muy preocupadas en construir una identidad digital propia sugerente y atractiva que potencie sus relaciones personales y profesionales. La Escuela Politécnica Superior de Córdoba y el Máster en Ingeniería Industrial no pueden obviar esta realidad.

La EPSC cuenta con unas redes sociales (LinkedIn, Telegram, Facebook, Youtube, Instagram) gestionadas por un grupo de alumnos con la supervisión de varios profesores de la Escuela. A través de estas redes sociales, los responsables del Máster canalizan noticias relacionadas con la titulación, extraídas de medios de comunicación. También se publica información relativa a ofertas de prácticas y de empleo.

Los responsables del Máster también han generado material multimedia relativo al título. El vídeo “conoce nuestro Máster” está orientado a alumnos que hayan cursado su grado fuera de Córdoba y que no conozcan el campus. Se trata de un video que proporciona información general sobre la titulación; además, se muestran los distintos edificios y espacios docentes en los que se imparten las clases teóricas y prácticas (<https://www.youtube.com/watch?v=XaCle6r8p6A&t=21s>).

Otra línea que se intenta potenciar es la relativa a la promoción de vocaciones ingenieriles entre las alumnas y los alumnos de educación secundaria obligatoria (ESO) y bachillerato. El curso 2020/2021 se produjo el vídeo “Yo, ingeniera”. En él, cuatro ingenieras que han estudiado en la EPSC y que ocupan puestos de gran responsabilidad, explican en qué consiste su trabajo diario. El vídeo ha tenido gran repercusión local y provincial. Después de un año, cuenta con 480 reproducciones en YouTube y 768 en UCODigitalTV (<https://www.youtube.com/watch?v=E9WAgSxhFoQ&t=74s>).

En la actualidad, se están editando unos vídeos que se han grabado en empresas dedicadas al diseño y fabricación de equipos de climatización y refrigeración. Los objetivos que se

pretenden conseguir con estos vídeos son: (i) mostrar a la sociedad en que consiste el trabajo de un ingeniero o ingeniera en este sector; (ii) captar vocaciones entre alumnos y alumnas de ESO y bachillerato; (iii) dar visibilidad social a las empresas del sector más importantes de la provincia; (iv) normalizar el papel de la mujer en la ingeniería.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los primeros años de cualquier titulación son los más difíciles. Un asunto que siempre preocupa el número de alumnos matriculados (Tabla 2). Tras unos primeros cursos con un número de alumnos medio-alto (34), el número descendió (27). Sin embargo, durante los últimos cursos, se ha conseguido remontar hasta valores cercanos a los 40 alumnos.

En el presente curso, titula la quinta promoción del citado Máster. En el periodo 2016/2020 han titulado más de 100 alumnos. Algunos de ellos están trabajando en empresas de primer nivel ubicadas en la provincia de Córdoba, como Endesa, Elecnor, Peninsular del Latón, Hiansa, Pastas Gallo o Keyter.

Los responsables del Máster están satisfechos con la evolución de este, aunque son conscientes de que queda mucho trabajo que hacer. Desde la humildad, los autores del trabajo esperan que este pueda servir a compañeros de otras universidades que estén implantando un Máster similar.

Tabla 2. Número de alumnos matriculados en el Máster en Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba.

Curso	Alumnos Matriculados	Tasa de Éxito (%)	Tasa de abandono (%)
2016-2017	34	98.18	*
2017-2018	34	98.85	5.56
2018-2019	27	99.20	11.11
2019-2020	27	95.51	25.00
2020-2021	37	*	*
2021-2022	39	*	*

REFERENCIAS

Boletín Oficial del Estado, nº 236, del 2 de octubre de 2015, 89795-89797

Escuela Politécnica Superior de Córdoba. Página web del Máster en Ingeniería Industrial. <https://www.uco.es/eps/es/titulaciones/master-ing-industrial> (acceso el 20 de mayo de 2022)

Fernandez-Rico, J.E., Guijarro-Merelles, F., Alvarez-Suarez, A. (2020) Estudio de los másteres en Ingeniería Industrial en las Universidades españolas, *DYNA*, 95(2), 130-133.

Zamora-Polo, F., Sánchez-Martín, J. (2015) Análisis de la implantación del Máster en Ingeniería Industrial en España, *DYNA*, 90(2), 153-157.

Evaluación de competencias transversales a través del aprendizaje basado en retos

Andrea Querol Vives^a, Manuel Pérez Garnes^b y M.D. Reyes Tolosa^c

^aaquerol@florida-uni.es, ^bmperez@florida-uni.es y ^cmdreyes@florida-uni.es Engineering Research Team, Florida Universitària, 46470 Catarroja, Spain.

Abstract

This work focuses on the methodology used in the Mechanical Engineering Degree of Florida Universitària to evaluate the transversal competences through Challenge-Based Learning (CBL). Students divided in groups, develop a project which implies a challenge or problem related to their environment. As results, some challenges conducted by the students are shown and through the global assessment of IP, by the students, the suitability of this methodology is obtained.

Keywords: learning, challenges, transversal skills, sustainability.

Resumen

En este trabajo, se expone la metodología utilizada en el Grado de Ingeniería Mecánica de Florida Universitària para evaluar las competencias transversales a través del Aprendizaje Basado en Retos (ABR). Los alumnos desarrollan un proyecto para dar respuesta a algún reto que les preocupe. Como resultados se muestran algunos de los retos realizados, como se evalúan las competencias transversales y la idoneidad de esta metodología a través de la valoración global de los alumnos.

Palabras clave: aprendizaje, retos, competencias transversales, sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La sociedad está cambiando y estos cambios requieren nuevas metodologías de trabajo en las aulas. El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) plantea un paradigma educativo centrado en el alumno y en su aprendizaje, suponiendo ello importantes cambios metodológicos (Más Torelló, 2012).

La adquisición de conocimientos debe estar ligada a su aplicación. En el campo de la ingeniería, los estudiantes deben analizar el impacto tecnológico, social y ambiental de sus acciones, y las competencias transversales, tales como iniciativa, autonomía, liderazgo, etc., deben ser desarrolladas en el ámbito docente. El término “competencia” implica la integración de conocimientos con capacidades (saber hacer), actitudes y valores (competencia conductual)

(Becket, 2008). Estos nuevos objetivos sólo se pueden alcanzar cambiando la metodología de enseñanza.

En este nuevo contexto, se deben desarrollar una serie de habilidades o competencias que se catalogan en disciplinares y transversales o genéricas. Las disciplinares son aquellas específicas de los contenidos temáticos, las cuales tienen un bajo grado de relación con los retos del contexto. Por otra parte, Villa y Poblete (Poblete, et al., 2007) describen las competencias transversales como aquellas que ayudan a las personas a satisfacer sus necesidades personales, las cuales atraviesan todos los sectores del ser humano, siendo no solo relevantes en el ámbito educativo o profesional, sino también dentro de las relaciones interpersonales y el bienestar personal (Aznar et al. 2015).

Este nuevo enfoque pedagógico está íntimamente ligado al Aprendizaje Basado en Retos (ABR), pero va un poco más allá ya que trata de dar solución a problemas reales que nos rodean. Esto supone un aprendizaje vivencial que hace que el alumno se involucre en la solución real de un problema vinculado a su entorno. Este aprendizaje parte de las vivencias y el conocimiento del alumnado de manera activa y participativa.

Más allá, el ABR es una experiencia de aprendizaje que se desarrolla en un contexto definido y que puede incluso ser ajeno al aula, donde los participantes deben enfrentar una serie de actividades que en conjunto representan un reto extraordinario que no puede ser resuelto de forma individual y requiere un abordaje interdisciplinario y creativo, con la participación coordinada de diferentes actores: alumnos, profesores e incluso puede llegar a ser necesaria la ayuda de externos. (Lizzet et al. 2018).

El objetivo de este trabajo es exponer la metodología realizada en el Grado de Ingeniería Mecánica de Florida Universitària para evaluar las competencias transversales a través del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) mediante el desarrollo de la asignatura Proyecto Integrado (PI).

La asignatura de PI consiste en dar respuesta a algún reto propuesto por los diferentes grupos de alumnos de cada curso que tiene que desarrollarlo durante los tres primeros cursos del Grado. Normalmente se trata de retos relacionados con el medioambiente y el desarrollo sostenible de la sociedad.

Algunos de los retos planteados han sido túneles que recogen el CO₂ de los coches para utilizarlo en invernaderos, jardines verticales articulados que buscan la luz solar y el riego se activa o no en función de las condiciones climáticas, turbinas hidráulicas generadoras de electricidad para acequias, etc.

METODOLOGÍA

La asignatura de Proyecto Integrado (PI) consiste en dar respuesta a un reto propuesto por los alumnos en un contexto real, integrándolo con los conocimientos impartidos en las diferentes asignaturas para cada uno de los cursos. El total de los alumnos por curso se divide en grupos de 5-6 integrantes. La carga de créditos que se le da a la asignatura de PI es de un 25% de la carga total del trabajo de los alumnos. Esto representa un peso del 25% de la nota final de cada asignatura.

Durante el primer curso, los grupos piensan y/o eligen algún reto que les motive para trabajarlo durante dicho curso y los dos siguientes. El primer paso es hacer un planteamiento inicial y conforme se va avanzando y se van adquiriendo más competencias disciplinares de cada una de las asignaturas del curso se va avanzando el reto hasta encontrar una posible solución que sea realmente aplicable.

Muchos de los alumnos llegan a la Universidad con inquietudes personales que los llevan a estudiar un grado determinado y aprovechan la asignatura de PI para plantear sus propios retos personales, de modo que pueden obtener soluciones a sus propias necesidades. Además, al no ser un trabajo individual, sino que deben formar parte de un grupo y llegar a la solución que consideren óptima entre todos hace que se trabaje diferentes competencias trasversales como son: trabajo en equipo, pensamiento crítico, resolución de conflictos, autonomía, iniciativa, liderazgo, toma de decisiones, compromiso ético, creatividad, búsqueda y gestión de la información, capacidad de análisis y síntesis y comunicación oral y escrita.

Para ayudar a que el proyecto funcione sin problemas se asignan diferentes roles a los integrantes del grupo que coexisten con la presencia del profesor coordinador de PI para cada curso. Además, los profesores de las diferentes asignaturas que se distribuyen por cada curso también son conocedores de los retos planteados y participan en las decisiones que toman los alumnos cuando están relacionadas con sus asignaturas.

El trabajo de PI, de manera genérica, se podría dividir en las siguientes etapas:

- 1- Pensar y/o diseñar el reto que se quiere solucionar
- 2- Definir objetivos del reto
- 3- Pensar y planificar las distintas tareas necesarias para abordar los objetivos del reto que estén relacionadas con las asignaturas que se tengan que cursar durante el desarrollo de PI
- 4- Organizar el trabajo entre los diferentes miembros del grupo
- 5- Realizar las tareas
- 6- Presentar formalmente el trabajo desarrollado

La valoración del PI se realiza mediante evaluación continua, ya que se basa en el seguimiento del progreso del proyecto por parte de los profesores y del coordinador quienes van teniendo reuniones periódicas con los diferentes grupos para poder ver el desarrollo del PI y solucionar posibles problemáticas que aparezcan en el transcurso del PI. Además, el informe de planificación, el informe técnico final y la presentación oral también se consideran en la evaluación.

Cada alumno recibe una única nota de proyecto, que es la misma para cada una de las asignaturas implicadas, siendo el 25% de la nota final de cada una. Este grado refleja el nivel en el que se desarrollan los aspectos específicos y trasversales.

La calificación se calcula cada semestre, en base a los siguientes indicadores: informe de planificación (10%), informe final (40%), presentación de proyecto (15%), defensa oral individual (15%) y evaluación de procesos individuales (20%).

Además, también se ha conseguido integrar la coevaluación o evaluación entre pares del propio alumnado. Los alumnos se evalúan entre ellos mismos en base al trabajo realizado. Con esta evaluación se consiguen resultados muy sorprendentes de la evaluación entre iguales de

modo que los alumnos son más conscientes del grado de esfuerzo e implicación en el proyecto.

Finalmente, en base a todas las evidencias recopiladas durante el proceso de realización del proyecto (seminarios, las actas de las reuniones, la evaluación por pares y la asistencia y participación en clase, así como los informes de seguimiento del coordinador y de los profesores) se realiza una evaluación individual de cada componente del grupo.

Con todos estos hitos de evaluación, los estudiantes reciben una calificación de equipo con una ponderación del 65% y una calificación individual del 35%.

Los informes deben incluir la descripción de los trabajos interdisciplinarios realizados, los resultados y las conclusiones que justifican haber llegado al conjunto o parte de los objetivos definidos en la fase inicial o durante el desarrollo del PI. Se valoran la búsqueda y gestión de información, el contenido y las conclusiones, así como la gestión del tiempo y la presentación formal.

En cursos anteriores, se realizaba una defensa oral del reto planteado y de la solución propuesta, en la que todos los miembros del grupo participaban apoyados en presentaciones o cualquier herramienta visual que ellos mismos consideraran oportuna. Además, en algunos casos también acuden al taller de Florida Universitària para desarrollar prototipos a escala pequeña de las soluciones propuestas para los diferentes retos.

En este último curso, se ha realizado el *Engineering Day*, un día en el que los alumnos han podido mostrar sus prototipos, posters, presentaciones, etc., al resto de compañeros y de profesores no participantes en su proyecto integrado, así como a empresas que han acudido a las instalaciones de Florida Universitària para ver los trabajos realizados por los estudiantes.

En ambas modalidades se evalúa el desarrollo del contenido, los elementos gráficos, el lenguaje oral y la comunicación no verbal. Además, se plantean preguntas a los alumnos para obtener más evidencias para realizar la valoración individual de la defensa de su trabajo.

RESULTADOS

Como se ha explicado en la metodología, la asignatura de PI constituye el escenario perfecto donde los alumnos pueden desarrollar diferentes competencias transversales para que puedan ser evaluadas.

Los alumnos son capaces de expresarse de forma clara, argumentan sus ideas y son capaces de defenderlas ante cuestiones que planteen personas externas a su grupo. En relación con la creatividad, los estudiantes realizan propuestas donde se presenta una descripción del reto que están solucionado, los logros del proyecto y la definición de las poblaciones que serán beneficiadas. Además, también realizan un análisis de factibilidad técnica y económica dentro de los ambientes establecidos para su implementación.

Además, incorporan los procesos formales y las metodologías para la solución de problemas desarrollados en las asignaturas de cada curso. De modo, que aumenta el nivel de conocimientos y habilidades en una disciplina o área específica.

También desarrollan habilidades de investigación, de búsqueda y gestión de la información, así como la capacidad de análisis y síntesis de la información para poder llegar a una solución óptima y real.

Al ser un grupo de estudiantes diversos que provienen con diferentes niveles (bachillerato, ciclos superiores, etc.) se estimula el aprendizaje colaborativo y cooperativo. Así como también tienen que trabajar la resolución de conflictos, la toma de decisiones, iniciativa etc. para poder llegar a un acuerdo todo el grupo con la solución óptima y desarrollarla.

Con todo ello, se consiguen recoger evidencias suficientes para poder evaluar las siguientes competencias transversales:

- La utilización de las Tics se evalúa mediante la presentación de informes, exposición del trabajo con el formato decidido por el equipo, creación de un BLOG, etc....
- La comunicación oral se evalúa mediante la exposición del resultado del proyecto.
- La comunicación escrita mediante los informes de planificación y final que deben entregar los alumnos.
- Trabajo en equipo: constitución de equipos y trabajo colaborativo
- Resolución de conflictos: solución de situaciones vinculadas con la toma de decisiones
- Iniciativa, innovación y creatividad: cada equipo elige y resuelve el reto planteado en base a su propio criterio y/o contemplando la experiencia de profesores o personas externas a la organización.

A parte de ser una buena herramienta para poder trabajar y evaluar las competencias transversales indicadas también es importante conocer el grado de satisfacción del propio alumnado con la metodología de aprendizaje basado en retos.

Para ello se realizan encuestas donde los alumnos puntúan preguntas cerradas y tienen la opción de hacer comentarios y/u observaciones.

Durante el primer año de implantación las valoraciones globales de los alumnos sobre el PI en general no fueron muy buenas, alcanzando valores bajos de 3.9 sobre 10.

Sin embargo, el empeño del profesorado y todo el equipo de Florida Universitària en seguir con la implantación de esta nueva metodología ABR por las ventajas que suponía llevó a que en el cuarto año de implantación se consiguieran evaluaciones que alcanzaban valores de 8.9 sobre 10. Además, esta tendencia se ha mantenido durante los últimos años lo que ha sido decisivo para la implantación de la metodología.

Los propios estudiantes manifiestan en las encuestas que la aplicación del ABR les permite adquirir habilidades, destrezas e integrar conocimientos teóricos y prácticos relacionados con las diferentes asignaturas del Grado.

Además, valoran muy positivamente la utilidad de la metodología ABR en su futura vida profesional desde sus estudios universitarios y la generación de nuevos conocimientos y habilidades mediante su uso.

CONCLUSIONES

Como conclusiones a este trabajo, se puede indicar que la utilización de metodologías de enseñanza basadas en retos constituye una buena herramienta para evaluar algunas de las

competencias trasversales implicadas en el Grado de Ingeniería Mecánica de Florida Universitària.

La implantación de la asignatura de Proyecto Integrado en el Grado de Ingeniería Mecánica ha supuesto un gran trabajo para profesorado y alumnos.

Para el profesorado, la asignatura de Proyecto Integrado supone dejar de lado la enseñanza convencional para enfocarse en un trabajo más complejo utilizando un enfoque interdisciplinario. Con ello se ha conseguido tener evidencias para poder evaluar tanto las competentes disciplinares propias de cada asignatura como las transversales. Para el alumno supone un trabajo más retador y complejo utilizando un enfoque interdisciplinario y el trabajo cooperativo. Todo esto les supone un mayor esfuerzo, que ven recompensado al ser un trabajo más aplicado y práctico a la vida laboral futura.

A la vista de la evolución de las valoraciones realizadas por los alumnos y a la tendencia de estas con los años queda demostrada la idoneidad de la utilización de la metodología ABR mediante la asignatura de Proyecto Integrado en el Grado de Ingeniería Mecánica de Florida Universitària. Esto supone una buena herramienta para recoger evidencias y poder evaluar tanto como las competencias disciplinares como transversales.

No obstante, siempre hay lugar para las mejoras y en ello sigue trabajando el profesorado, día a día, para conseguir valoraciones más altas por parte del alumnado.

REFERENCIAS

- Aznar, M., Zacarés, J., López, J., Sánchez, R., Pastor, J.M., Llorca, J. (2015). Interdisciplinary robotics project for first-year engineering degree students. *Journal of Technology and Science Education*, 5 (10).
- Becket, D. (2008). Holistic Competence: Putting Judgements First. *Asia Pacific Education Review*, 9(1), 21-30.
- Lizett S., Mildred V. L., Jorge E. V, (2018). Aprendizaje basado en retos: una experiencia de innovación para enfrentar problemas de salud pública. *Educ Med.* 2018;19(S3): 230---237 <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.10.001>
- Mas Torelló, O. (2012). Las competencias del docente universitario: la percepción del alumno, de los expertos y del propio protagonista. *Revista de docencia universitaria*, 10 (2), 299-318. <https://doi.org/10.4995/redu.2012.6109>
- Poblete, M., Villa, A., García, A., Malla, G., Marín, J.A., et al. (2007). Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluación de competencias genéricas (Competence-based learning: a proposal for the assessment of generic competences). *Bilbao: Ediciones Mensajero. Spain.*

La I Olimpiada de Ingenierías Industriales del Principado de Asturias

Juan Carlos Campo, Inés Suárez Ramón, Andrés Meana, Alfonso Lozano Martínez-Luengas, Juan Manuel González-Caballín Sánchez, Juan Carlos Ríos Fernández, Laura Calzada Infante, Francisco Fernández Linera, Antonio J. Calleja Rodríguez, Víctor M. González Suárez, Matías Álvarez Rodríguez, Naiara Ruiz García, Roberto Martínez Pérez, Mar Alonso Martínez, Lucía Díaz Conejero, Luis Manso Ibaseta, M^a Ángeles García García e Islam El Sayed

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo. Campus de Gijón, 33204 Asturias. campo@uniovi.es.

Abstract

This article explains the development of the 1st Industrial Engineering Olympiad that was held in the Principality of Asturias on May 14, 2022. The tests had an individual part and a team part. The team test consisted of solving an engineering problem with office supplies and the time spent, the material consumed, the technical efficiency and the presentation of the solution were scored.

Keywords: Engineering, vocation, talent, young.

Resumen

En el presente artículo se explica el desarrollo de la I Olimpiada de Ingenierías Industriales que se ha celebrado en el Principado de Asturias el 14 de mayo de 2022. Las pruebas tenían una parte individual y una parte en equipo. La prueba en equipo consistía en resolver un problema de ingeniería con material de oficina, y se puntuaban el tiempo empleado, el material consumido, la eficacia técnica y la presentación de la solución.

Palabras clave: Ingeniería, vocación, talento, joven.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente año, la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería de Ámbito Industrial, con la colaboración del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España y el Consejo General de Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España, ha promovido las “I Olimpiadas Nacionales de Ingenierías Industriales” con el objetivo de atraer a las personas más jóvenes hacia nuestras titulaciones y favorecer la creación de vocaciones. Las olimpiadas nacionales van acompañadas de olimpiadas locales dentro del ámbito territorial de influencia de la escuela de ingeniería o universidad promotora.

Hasta el presente año, dentro del ámbito industrial, tan sólo se celebraba la olimpiada organizada por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena (ETSII UPCT, 2022), cuya primera edición se celebró en 2020 (Olimpiada de Ing. Industrial de la Región de Murcia). A nivel internacional también hay ejemplos relacionados (Maga, 2012).

Tomando como referencia esta olimpiada y las recomendaciones de la Conferencia de Directores, se ha realizado el presente año la I Olimpiada de Ingenierías Industriales del Principado de Asturias (EPI Gijón, 2022), cuyo desarrollo se explica en el presente artículo.

EL DESARROLLO DE LA OLIMPIADA

La olimpiada fue promovida por la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón junto con el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias y el Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales del Principado de Asturias. Desde el primer momento se contó con la financiación, en igualdad de condiciones, de los dos colegios, y se consiguió el patrocinio de las dos empresas de ingeniería más importantes de Asturias: Grupo TSK y Duro Felguera. También se consiguió la ayuda de TK Elevator (antigua Thyssenkrupp), con fortísima presencia en Asturias, y de Gijón Impulsa (el Centro Municipal de Empresas), de quien depende el Parque Científico y Tecnológico de Gijón situado junto a nuestra Escuela. Por último, hubo una aportación en especie de Aguas de Fuensanta para la prueba en equipo.

1.1 Equipo organizador

El equipo organizador se constituyó con personas voluntarias de la Escuela (profesorado y alumnado), y también se contó con un representante de cada uno de los dos colegios profesionales y varios profesores de instituto que nos asesoraron para definir el contexto general, pero que no entraron en el detalle de la preparación o del juicio de las pruebas. En total, fueron 22 personas las que trabajaron en el desarrollo de la olimpiada.

Las principales tareas realizadas fueron las siguientes: definir las bases generales, diseñar las bases de la prueba en equipo, realizar los test de las pruebas individuales y corregirlos, actuar como juez en la prueba en equipo, valorar los vídeos de las presentaciones de los equipos, comprar el material de la prueba en equipo y los premios, organizar la prueba en equipo y buscar los patrocinios.

1.2 Bases

Como referencia para las bases, se tomó el documento elaborado para la olimpiada regional que organiza, también en 2022 por primera vez, la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura (UNEX, 2022).

Las bases son similares, aunque tienen algunos matices diferentes. En el caso de la olimpiada asturiana se definieron las siguientes categorías:

1. Categoría A: 3º y 4º de ESO. Excepcionalmente, podían participar estudiantes de 2º de ESO en la categoría A sin consideración de diferencia alguna.
2. Categoría B: Bachillerato.

Los equipos debían estar constituidos por 3-4 personas. En algún caso, algunos colegios nos indicaron que tenían dificultades para conformar el equipo y solicitaron mezclar alumnos de ESO y Bachillerato. El comité organizador aceptó, pero considerando al equipo como de Bachillerato.

Las pruebas previstas en las bases eran dos (Olimpiada de Ing. Industriales del Principado):

1. **Parte práctica en equipo.** En las bases se indicaba que se trataría de la resolución de un reto, en equipos de 3-4 personas, consistente en un pequeño problema de ingeniería que debían desarrollar en equipo los estudiantes participantes. Se anunciaba que sería un problema práctico a resolver empleando únicamente material de oficina, y cuyo enunciado se comunicaría a los inscritos una vez finalizado el período de inscripción, casi dos semanas antes de la celebración de las pruebas. La valoración máxima de esta prueba sería de 50 puntos y constituiría la puntuación por equipos.
2. **Parte teórica individual.** En las bases se indicaba que consistiría en una prueba escrita, tipo test o respuesta corta, sobre los contenidos de los programas de las cuatro asignaturas consideradas más representativas del espíritu STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), adaptada a cada categoría de participación: Física, Química, Matemáticas y, particularmente, Tecnología. La duración máxima de la prueba sería del orden de 75 min, con posibles variaciones en función de la categoría. La valoración máxima de esta prueba sería de 50 puntos y constituiría la puntuación individual. No era necesario que las personas que formasen un equipo se presentasen a las pruebas individuales si no optaban a los premios por puntuación absoluta.

La puntuación final absoluta se determinaría como el resultado de realizar la suma de la puntuación obtenida en las dos partes, equipo y teórica, anteriores (cada parte contribuye con el 50% a la calificación final).

En cuanto a los premios, se definía que serían premiados:

- Los tres equipos de ESO y los tres de Bachillerato que obtuvieran las mayores puntuaciones de la prueba en equipo.
- Las tres primeras personas de ESO y las tres de Bachillerato con la mayor puntuación absoluta (prueba individual + prueba equipo).

No se comunicó en qué consistirían los premios debido a que no se tenían cerrados los patrocinadores en el momento de publicación de las bases.

Adicionalmente, los tutores de los centros educativos recibirían un diploma de participación.

1.3 La prueba en equipo













La Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón llevaba varios años colaborando con la empresa FLUOR en la realización de una competición denominada “Friendly Competition”. Se trata de una prueba que realiza anualmente la multinacional estadounidense entre los empleados de

sus oficinas repartidas por todo el mundo. Se desarrolla dentro de la “Engineers Week”, en la semana del 22 de febrero, fecha del nacimiento de George Washington, al que se considera uno de los primeros ingenieros del país. La prueba que desarrolla FLUOR consiste en resolver un problema de ingeniería con material de oficina. Las bases suelen ser bastante complejas y son elaboradas por el equipo ganador de la anterior edición.

FLUOR colaboraba habitualmente con nuestro centro y desde hacía varios años veníamos realizando una versión simplificada en nuestra Escuela destinada a estudiantes de ESO. Actualmente, la empresa de Asturias ha pasado a manos de Sacyr y ya no se celebra este evento. En cualquier caso, la buena experiencia que habíamos tenido con este evento constituyó la base para la prueba en equipo.

El objetivo del problema que se planteó para la Olimpiada se basó en la “Fluor Field Baseball Tower” y fue construir la torre más alta posible que pueda soportar una botella llena de agua de 33 cl. La torre se tenía que construir dentro de la superficie de un pupitre de 60 x 50 cm. Para ello, cada equipo contaba con los materiales indicados en la Tabla 1. Además, cada equipo debía traer tijeras, regla, escuadra y cartabón.

Tabla 1. Materiales para la prueba en equipo

Material	Unidad	Cantidad máxima	Precio unitario (puntos/unidad)	Imagen
Papel A4 de 80 gramos	Hoja	10	50	
Papel A3 de 80 gramos	Hoja	10	50	
Celo adhesivo (33 m x 19 mm)	Ítem	2	200	
Goma de borrar	Ítem	2	50	
Gomas elásticas 120 mm (circunferencia)	Ítem	10	50	
Lapiceros	Ítem	4	50	
Clips metálicos de 33mm	Ítem	10	50	
Pinzas metálicas de 2 cm	Ítem	10	50	
Vasos desechables de café (sobre 80-100 ml de capacidad)	Ítem	5	50	
Vaso de refresco reutilizable 18 oz	Ítem	1	100	
Pajitas	Ítem	5	50	
CD/DVD	Ítem	2	50	

Se definieron las siguientes fases para los concursantes:

1. **Fase de ingeniería:** los equipos podrán realizar por sus propios medios todas las pruebas y diseños que deseen los días previos a la prueba.
2. **Fase de inspección:** cada equipo dispondrá de 2 min para comprobar los materiales.
3. **Fase de construcción:** los equipos dispondrán de un máximo de 50 min para construir su torre. Cuanto menor sea el tiempo, más puntos obtendrá.
4. **Fase de presentación:** cada equipo deberá explicar, en un tiempo máximo de 2 min, la torre que ha diseñado mediante un vídeo que deberá grabar “in situ” con su teléfono móvil.
5. **Fase de demostración:** cada equipo dispondrá de un máximo de 2 min dentro de los cuales la torre debe sostener la botella durante un mínimo de 30 s.

En la Tabla 2, se muestran los aspectos que se puntuaban y el detalle de las puntuaciones. Si el equipo no superaba la fase de demostración, la puntuación era igual a la de la presentación minorada en un 10% del coste de los materiales empleados.

Tabla 2 Conceptos y puntuaciones de la prueba en equipo

Concepto	Puntuación
Altura	$50 \times (h - 25)$ donde h es la altura de la torre en cm
Bonus altura	Si la base de la botella llega a una altura de 100 cm, bonus de 1000 puntos y bonus adicional de 1000 puntos por cada 25 cm de altura adicionales.
Tiempo	El tiempo máximo para la construcción es de 50 min. Cada minuto de menos tendrá un bonus de 20 puntos. El bonus total será $T = 20 \times (50 - \text{tiempo de construcción})$ siendo el máximo bonus que se puede otorgar de 500 puntos.
Materiales empleados	Se resta a la puntuación $\sum_i (\text{material}_i \times \text{coste unitario}_i)$, teniendo en cuenta los costes unitarios de cada material indicados en la tabla de materiales
Presentación (vídeo realizado con el móvil al finalizar la construcción)	Calidad técnica de la solución: máximo 250 puntos
	Organización y reparto del trabajo: máximo 250 puntos
	Expresión y capacidad para atraer la atención. máximo 250 puntos
	Capacidad para relacionar la solución con los objetivos de desarrollo sostenible: máximo 250 puntos
	Tiempo empleado. Si el vídeo de la presentación dura más de 2 min recibirá una penalización de 250 puntos

1.3 La prueba individual

La prueba individual consistió en un examen tipo test de 20 preguntas. Se elaboraron dos versiones, una para Bachillerato y otra para ESO. El tiempo asignado fue de 45 min.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La acogida de la olimpiada fue muy superior a lo esperado, duplicando las previsiones. Participaron un total de 205 personas, distribuidas en 56 equipos procedentes de 25 centros educativos de toda Asturias. En cuanto a la distribución por categorías, 126 eran de ESO (39% mujeres) y 79 de Bachillerato (46% mujeres). El 70% de los equipos consiguió que la torre superara la fase de la demostración (Figura 1). Tanto la presentación de la olimpiada como el desarrollo de las pruebas fue ampliamente cubierto por los medios de comunicación.

En la puntuación absoluta de Bachillerato se dieron ciertas distorsiones debido a que la distancia en la puntuación del primer equipo clasificado sobre el segundo fue tan grande (un

40% mayor) que hizo difícil compensar el resultado con la prueba individual, estimándose conveniente poner límites máximos para futuras ediciones.



Fig. 1. Momento en el que uno de los equipos supera la fase de demostración

Algunos de los puntos fuertes que se han destacado han sido el planteamiento de la prueba en equipo y, especialmente, la organización. En este sentido, la comparación con el resto de las olimpiadas ha sido un tema recurrente entre los profesores tutores de los equipos. Se ha demostrado como un hecho significativo para proyectar sobre los tutores la idiosincrasia de nuestras titulaciones y las personas tituladas y para ganar su complicidad, que la organización esté muy cuidada.

Sobre los estudiantes, la percepción ha sido que la prueba en equipo ha sido muy bien acogida y clave para captar su interés. Aunque no se tienen datos estadísticos, han sido varios los tutores los que han indicado que alumnos suyos habían cambiado su preferencia de estudios a raíz de la olimpiada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores deseamos agradecer la colaboración de Mónica González, Rocío Yuste, Eusebio de la Vega y Ángeles de la Vega (profesores de centros educativos), Santiago Cuervo y Tamara Fernández (representantes de colegios profesionales), Grupo TSK, Duro Felguera, TK Elevator, Gijón Impulsa, Aguas Fuensanta, Colegio de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias y Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales del Principado de Asturias.

REFERENCIAS

- EPI Gijón: Olimpiada de Ingenierías Industriales del Principado de Asturias (2022, 1 de junio) https://epigijon.uniovi.es/comunicacion/noticias/-/asset_publisher/4bR1/content/olimpiada-ing-ind-asturias
- ETSII UPCT: Olimpiada de Ingeniería Industrial de la Región de Murcia (2022, 9 de junio) <https://etsii.upct.es/olimpiada/>
- Maga D, Dudak J, Pavlikova S, Hajek J., Simak, B. (2012) Support of technical education at primary and secondary level Proceedings of 15th International Conference MECHATRONIKA, pp. 1-4.
- UNEX: Olimpiada Regional de Ingenierías Industriales de Extremadura (2022, 9 de junio) <https://orii.es/>

Solving power flow problems through the Gauss-Seidel method using Microsoft Excel. Case applied to the course on Generation, Transmission, and Distribution of Electric Power

Carlos Vargas-Salgado^a, Manuel Alcázar-Ortega^a, David Alfonso-Solar^c y Elías Hurtado-Pérez^a

^a Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, edificio 5E, planta baja. 46022 Valencia (España), carvarsa@upvnet.upv.es, malcazar@iie.upv.es, ejhurtado@die.upv.es. ^b Departamento de Termodinámica Aplicada, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, edificio 5J, 2ª planta. 46022 Valencia (España). daalso@iie.upv.es.

Abstract

Analysis of electric power systems is required to predict a grid's behavior before its design. Several commercial simulators give such information, but it is necessary to pay to use it. This work presents a method to solve electric power systems by applying Gauss-Seidel and MS Excel. The modulus and argument of the voltage and the active and reactive power are estimated for every bus. The results conclude that the presented method can analyze electric power systems with low uncertainty.

Keywords: Electric power systems, Simulation, Generation transmission and distribution of electricity, Gauss-Seidel.

Resumen

Para predecir el comportamiento de una red, previo a su diseño, es necesario llevar a cabo el análisis del sistema. Existe simuladores que dan dicha información, previo pago por su uso. Este trabajo presenta un método para resolver sistemas eléctricos de potencia aplicando Gauss-Seidel utilizando MS Excel. Se estima el módulo y argumento de la tensión así la potencia activa y reactiva de cada bus. Se concluye que el método permite analizar sistemas eléctricos de potencia con un bajo error.

Palabras clave: Sistemas eléctricos de potencia, Simulación, Generación, transporte y distribución de electricidad, Gauss-Seidel.

1. INTRODUCTION AND OBJECTIVES

For a balanced three-phase system in steady-state to operate correctly, the following conditions must be met: that generation covers demand plus losses, the voltages at the buses must be close to the rated value, and the generators must operate within the specified limits of active and reactive power, and the transmission lines and transformers must not operate overloaded (Duncan Glover et al., 2011; *PowerWorld* » *The visual approach to electric power systems*, n.d.).

One of the methods to solve the power flow problem is Gauss-Seidel. The method calculates the voltage at each bus based on the previous iteration's available voltage and power values through an iterative procedure. Giving an initial value and using as the value in successive iterations the result of the last iteration, it is possible to find the problem's solution (Cañas

Peñuelas et al., 2020). Applying the Gauss-Seidel method, the problem can be solved using MS Excel. Some commercial software allows the calculation of power flows; one of the best known is the Powerworld® simulator. These types of applications are expensive.

This work explains how to solve power flows problems in complex systems by modeling Excel for matrix calculation and complex numbers. The Gauss-Seidel method solves power flows using MS Excel and compares the results obtained to the Power world simulator commercial software. The MS Excel method is applied to the course on “generation, transmission, and distribution of electric power” belonging to the Master of Industrial Engineering at the Polytechnic University of Valencia, Spain.

2. METHOD

The power flow problem requires calculating the modulus and argument of the voltage and the active and reactive power at each power system bus under stationary conditions (Alcázar-Ortega et al., 2020). Each bus has four magnitudes: voltage modulus, voltage argument, and active and reactive power. Two of these variables are known at each bus, and the other two are unknowns, so te must be calculated. MS Excel is a powerful tool able to solve complex problems in engineering (Alcázar-Ortega et al., 2019). This methodology applies the Gauss-Seidel method to solve the problem according to the following procedure:

1. The admittance matrix of the system is determined. The components of the diagonal are calculated. Since the matrix is symmetric, it is necessary to calculate the elements above the diagonal and then transpose them (Fig. 1). The diagonal components are calculated by the equation **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Off-diagonal components are calculated using the equation **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

$$\bar{Y}_{kk} = \text{sum of admittances connected to bus } k \quad \text{Eq. 1}$$

$$\bar{Y}_{kn} = -(\text{sum of admittances connected between buses } k \text{ and } n, k \neq n) \quad \text{Eq. 2}$$

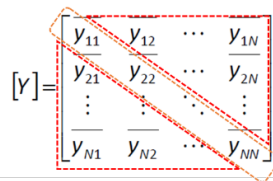


Fig. 1 Admittance matrix

2. Construct a matrix of the same dimensions as the admittance matrix containing only the real part (G, Conductances) of all the matrix elements. Build another matrix that contains only the imaginary part (B, Susceptances).
3. Locate in Table 1 the initial values of voltage and power of the system. Assign values to unknown information. Such values will be the starting point in the iterative process.

Table 1. Table to fulfill from known and unknown data.

	P	Q	V	δ
BUS 1				
BUS 2				
BUS ...				

- Solve the equations to estimate the unknown values of each bus, setting the values of the known parameters depending on the type of bus.
- Fill in the Excel sheet by introducing the equations of the voltages (Eq. 3) and powers (Eq. 4 and Eq. 5) to be calculated and referring to the initial parameters of the table created in point 4. An initial estimate of the bus voltages V_{0k} must be made. This value is usually set to 1 p.u. and the angle to zero degrees (Alcazar-Ortega et al., 2019; Cañas Peñuelas et al., 2020).

$$\overline{V}_k^{(n+1)} = \frac{1}{Y_{kk}} \left[\frac{P_k - jQ_k}{(\overline{V}_k^{(n)})^*} - \sum_{\substack{i=1 \\ k \neq i}}^N \overline{Y}_{ki} \cdot \overline{V}_i^{(n)} \right] \quad \text{Eq. 3}$$

$$P_k = V_k \cdot \sum_{i=1}^N V_i \cdot [G_{ki} \cdot \cos(\delta_k - \delta_i) + B_{ki} \cdot \text{sen}(\delta_k - \delta_i)] \quad \text{Eq. 4}$$

$$Q_k = V_k \cdot \sum_{i=1}^N V_i \cdot [G_{ki} \cdot \text{sen}(\delta_k - \delta_i) - B_{ki} \cdot \cos(\delta_k - \delta_i)] \quad \text{Eq. 5}$$

- Calculate the next iteration of the value at all load buses. To do this, select the row containing iteration 1 and drag it to the next row, replacing the references to the initial values of the matrix created by referencing the values of the first iteration.
- Drag until ϵ is small enough. Each new row will result in a new iteration.

$$\mathcal{E}^{(n+1)} = |V_k^{(n+1)}| - |V_k^{(n)}| < \mathcal{E}_{\text{objetivo}} \quad \text{Eq. 6}$$

2.1. Study case

The previous procedure is applied to the case study shown in Fig. 2 and explained below:

- There are two loads connected at buses 2 and 3, with the load at bus 2 equal to $800+j280$ MVA and the load at bus 3 equal to $80+j40$ MVA.
- The demand for these loads is covered by two 400 and 800 MVA nominal power generators connected at buses 1 and 3, respectively.

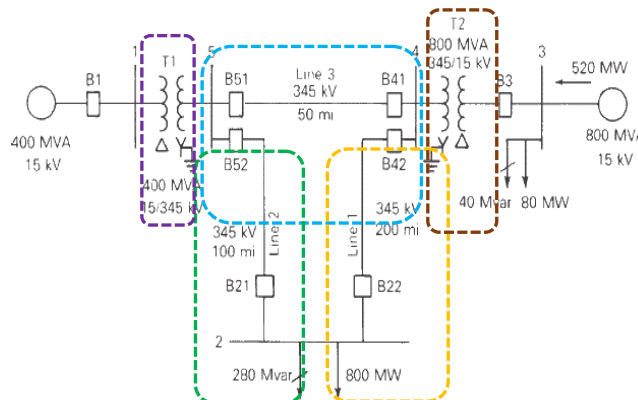


Fig. 2. Diagram of the analyzed case study (Duncan Glover et al., 2011)

- The generator connected to bus 1 has an automatic generation control. The generator connected to bus 3 maintains a constant power equal to 520 MW.

- The generator can regulate the reactive energy injected at bus 3 between 400 and -280 MVAR, which maintains the voltage at a constant value equal to 1.05 p.u.
- Each generator is connected to the grid through a transformer that increases the voltage from 15 to 345 kV.

The values of the resistance (R), reactance (X), conductance (G), and susceptance (B), and the maximum power for each bus and transformer are shown in The summary of input data and unknown variables is shown in Table 3. The initial estimate of unknown node stresses is usually set to 1 pu and an angle at zero degrees.. This information is used as input data to solve the problem. The summary of input data and unknown variables is shown in Table 3. The initial estimate of unknown node stresses is usually set to 1 pu and an angle at zero degrees.

Table 2. Data of the lines and transformers

Bus-to-bus		R'	X'	G'	B'	Max. MVA pu)
2-4	Line	0.009	0.1	0	1.72	12
2-5	Line	0.0045	0.05	0	0.88	12
4-5	Line	0.00225	0.025	0	0.44	12
1-5	Transf.	0.0015	0.02	0	0	6
3-4	Transf.	0.00075	0.01	0	0	10

Table 3. Input data (in blue) and unknown variables with the data used for the first iteration (in red). (Values in pu: V_{base} is 15kV (buses 1 y 3) and 345 kV (buses 2, 4 y 5))

Initial values	P	Q	V	δ
BUS 1	3,6	0	1	0
BUS 2	-8	-2,8	1	0
BUS 3	4,4	2,8	1,05	0
BUS 4	0	0	1	0
BUS 5	0	0	1	0

3. RESULTS

Calculation of the Admittance Matrix [Y]: To calculate the element Y_{22} Eq. 7. is used. The rest of the diagonal elements are calculated similarly.

$$\bar{Y}_{22} = \frac{1}{R'_{24} + jX'_{24}} + \frac{1}{R'_{25} + jX'_{25}} + j\frac{B'_{24}}{2} + j\frac{B'_{25}}{2} \quad \text{Eq. 7}$$

Element Y_{24} (and Y_{42} since the matrix is symmetric) are computed using Eq. 8. The rest of the diagonal elements are calculated similarly.

$$\bar{Y}_{24} = \frac{-1}{R'_{24} + jX'_{24}} \quad \text{Eq. 8}$$

Table 4 shows the admittance matrix with all the calculated elements.

Table 4 Nodal admittance matrix

	Bus 1	Bus 2	Bus 3	Bus 4	Bus 5
Bus 1	3,73-49,72i	0	0	0	-3,73 +49,72i
Bus 2	0	2,68-28,46i	0	-0,89+9,92i	-1,79+19,84i
Bus 3	0	0	7,46-99,44i	-7,46+99,44i	0
Bus 4	0	-0,89+9,92i	-7,46+99,44i	11,92-147,96i	-3,57 +39,68i
Bus 5	-3,73 +49,72i	-1,79+19,84i	0	-3,57+39,68i	9,09 -108,58i

Estimation of the unknowns in all the buses: the voltage is estimated from Eq. 3. Applying Eq. 3 to bus 2, Eq. 9 is obtained as a result.

$$\bar{V}_2^{i+1} = \frac{1}{\bar{Y}_{22}} \left[\frac{P_2 - jQ_2}{(\bar{V}_2^i)^*} - (\bar{Y}_{24}\bar{V}_4 + \bar{Y}_{25}\bar{V}_5) \right] \quad \text{Eq. 9}$$

Similarly, Eq. 4 and Eq. 5 estimate the active and reactive powers. The value of Q_3 is calculated applying Eq. 5 to bus 3, obtaining Eq. 10.

$$Q_3' = |V_3| [-|V_3|B_{33} + |V_4|(G_{43} \sin(\delta_3 - \delta_4) - B_{43} \cos(\delta_3 - \delta_4))] \quad \text{Eq. 10}$$

The results of the first five iterations are shown in Table 5. The results give information about the modulus and argument of voltage and active and reactive power for every bus (Table 6).

Table 5 Results of the first five iterations

It	BUS 2				BUS 3				BUS 4				BUS 5					
	V2	V2	δ (V2)	σV2	V3	V3	δ (V3)	σV3	V4	V4	δ (V4)	σV4	V5	V5	δ (V5)	σV5	Q3	σQ3
0	1	1	0		1,05	1,05	0		1	1	0		1	1	0		2,8	
1	0,922-0,274i	0,96	-0,29	-0,04	1,049+0,041i	1,05	0,04	0,04	1,041-0,001i	1,04	0	0,04	1,006-0,001i	1,01	0	0,01	5,22	2,42
2	0,86-0,237i	0,89	-0,27	-0,07	1,049+0,038i	1,05	0,04	0	1,037+0,008i	1,04	0,01	0	1,007-0,051i	1,01	-0,05	0	0,72	-4,5
3	0,849-0,291i	0,9	-0,33	0,01	1,049+0,05i	1,05	0,05	0,01	1,033-0,005i	1,03	0	0	0,994-0,041i	1	-0,04	-0,01	1,17	0,45
4	0,825-0,274i	0,87	-0,32	-0,03	1,049+0,037i	1,05	0,04	0,01	1,029+0,002i	1,03	0	0	0,991-0,056i	0,99	-0,06	0	1,47	0,3
5	0,816-0,292i	0,87	-0,34	0	1,049+0,044i	1,05	0,04	0,01	1,027-0,009i	1,03	-0,01	0	0,985-0,05i	0,99	-0,05	-0,01	2	0,53

V2'	V3'	V4'
0,922-0,274i	1,03+0,04i	1,041-0,001i
0,86-0,237i	1,092+0,039i	1,037+0,008i
0,849-0,291i	1,045+0,05i	1,033-0,005i
0,825-0,274i	1,046+0,037i	1,029+0,002i
0,816-0,292i	1,045+0,044i	1,027-0,009i
0,805-0,287i	1,047+0,032i	1,024-0,005i

Table 6 Final results with information on all buses

Bus	V	V	delta rad	δ°	P (MW)	Q (Mvar)
1	1	1,000	0,000	0,000	395	114
2	0,771-0,318i	0,834	-0,391	-22,405	-800	-280
3	1,05-0,011i	1,050	-0,010	-0,596	440	298
4	1,018-0,05i	1,019	-0,049	-2,833	0	0
5	0,971-0,077i	0,974	-0,079	-4,548	0	0

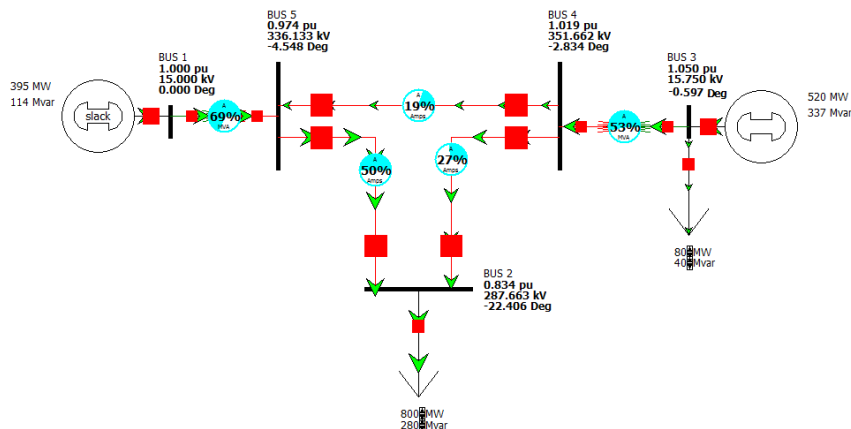


Fig. 3. Results obtained from the PW simulator (PowerWorld » The visual approach to electric power systems, n.d.)

The results obtained in Excel are compared with those obtained by software such as the PowerWorld simulator to validate the model. The error obtained in most cases is 0% (taking into account up to the third decimal) and less than 0.1 in all cases.

4. CONCLUSIONS

The specialized software used to estimate load flows has a high economic cost. A low-cost alternative to solve charge flow systems using the Gauss-Seidel method is employing a commonly used tool such as MS Excel. This methodology demonstrates the potential of a tool such as MS Excel to analyze abstract engineering concepts such as power flows by calculating complex numbers. In particular, a power flow problem has been solved, obtaining information on the modulus and the argument of the voltage and the active and reactive powers for all the buses.

From the teaching and educational point of view, the convenience of using tools such as MS Excel for difficult-to-solve applications, such as the one presented here, is justified for several reasons. MS Excel is easy accessibility by students and teachers, its high degree of implementation at the user level, and the representation of numerical results is simple.

On the other hand, Microsoft EXCEL makes available to users the possibility of carrying out vector, matrix, and complex number calculations, which, despite being an aspect relatively unknown by regular users of this tool, makes it an environment ideal for obtaining practical results in the field of engineering.

5. REFERENCES

- Alcázar-Ortega, M., & Bel Álvarez, C. (2020). *Prácticas de sistemas eléctricos de potencia* (Universitat Politècnica de València, Ed.). Valencia (Spain): Universitat Politècnica de València.
- Alcazar-Ortega, M., Cañas Peñuelas, C., Escrivá Escrivá, G., Fuster Roig, V., & Roger Folch, J. (2019). *Generación, transporte y distribución de energía eléctrica* (Universitat Politècnica de València, Ed.). Universitat Politècnica de València.
- Alcázar-Ortega, M., Montuori, L., Ribó-Pérez, D., & Álvarez-Bel, C. (2019). *Herramientas de visualización en ingeniería eléctrica basadas en Microsoft EXCEL: aplicación práctica al Teorema de Ferraris*. 52–66. doi: 10.4995/inred2019.2019.10402
- Cañas Peñuelas, C., Vargas Salgado, C., Roldán Blay, C., Alcázar Ortega, M., Fuster Roig, V., Benlloch Ramos, V., & Escrivá Escrivá, G. (2020). *Prácticas en sistemas de generación , transporte y distribución de energía eléctrica* (Universitat Politècnica de València, Ed.). Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Duncan Glover, J., Sarma, M. S., & Voverbye, T. J. (2011). *Power system. Analysis design* (S. EDITION, Ed.; Second).
- PowerWorld » *The visual approach to electric power systems*. (n.d.). Retrieved from <https://www.powerworld.com/>

La réplica del Girls' Day alemán en Gijón como una iniciativa para atraer talento

Juan Carlos Campo, Inés Suárez Ramón, Francisco M. Fernández Linera, Julio Molleda Meré, Isabel Iglesias Santamarina, Antonio J. Calleja Rodríguez, Víctor M. González Suárez, Juan José Palacios Alonso, Susana Loredo Rodríguez y Juan José del Coz Díaz

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo. Campus de Gijón, 33204 Asturias. campo@uniovi.es.

Abstract

This paper analyses the German Girls' Day as a large-scale initiative aimed at attracting women to STEM professions and describes the adaptation of this event to the Gijón Polytechnic School of Engineering, explaining the required modifications that have been made due to the different magnitude of the act and the different perception in our area.

Keywords: STEM, Girl's Day, equality, talent.

Resumen

En este artículo se analiza el Girls' Day alemán como una iniciativa de gran escala destinada a atraer a las mujeres a las profesiones del ámbito STEM y se describe la adaptación de este evento a la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, explicando las modificaciones que ha sido necesario realizar, tanto por la diferente magnitud del acto como por la diferente percepción en nuestro ámbito.

Palabras clave: STEM, Girl's Day, igualdad, talento.

INTRODUCCIÓN

La problemática de la falta de mujeres en la ingeniería y, en general, del descenso de jóvenes en los estudios de ingeniería cuando la demanda de profesionales al respecto es creciente, es una realidad recurrente en los países occidentales. En muchos se llevan realizando iniciativas desde hace muchos años para tratar de revertir esta situación. Existen infinidad de estudios que tratan de determinar las múltiples causas, (Botella, 2019), que suelen coincidir en que mostrar referentes femeninos y mostrar los ambientes de trabajo contribuye positivamente a resolver el problema.

Una de las actividades más comunes es el denominado Girls' Day. Se trata de una jornada destinada a divulgar la ingeniería entre las jóvenes de enseñanzas medias, con el fin de aumentar el porcentaje de mujeres en nuestras aulas. Es habitual en muchos países occidentales como Austria, Holanda, Hungría, Estados Unidos o Alemania.

También en España es frecuente y se ha celebrado en varias universidades como la Universidad Carlos III de Madrid, la Universidad de Valencia, la Universidad de Zaragoza y la Universidad Rovira I Virgili, entre otras. Una de las universidades españolas donde ha tenido mayor desarrollo es la Universidad de Zaragoza, (Villarroya, 2014). También en Asturias tiene una fuerte tradición y viene desarrollándose desde 2009.

OBJETIVOS

En el presente artículo se analiza cómo el Girls' Day que se realiza en Alemania como un referente que podría ser replicado en nuestro país. Se trata del ejemplo a mayor escala y con mayor impacto de todas las experiencias existentes. Además, se muestra cómo se ha realizado la adaptación a pequeña escala en la Universidad de Oviedo y se comentan las modificaciones que ha sido necesario realizar.

EL GIRLS' DAY ALEMÁN

El referente más claro es el Girls' Day que se celebra en Alemania. Se trata de una celebración a escala nacional donde participan cientos de empresas e instituciones a lo largo de todo el país y que fue directamente apoyada y promovida por la propia canciller Angela Merkel. El objetivo es mostrar la realidad de las profesiones, fundamentalmente del ámbito de la ingeniería, a las jóvenes.

Se trata de un evento anual y cada año toma como referencia un eje temático. El último se celebró el 28 de abril de 2022 y estuvo centrado en la temática "Digitalización y sostenibilidad".

Se cuenta con dos agentes esenciales: quienes ofertan actividades ese día y quienes acuden a esas actividades.

La oferta de actividades la pueden hacer empresas, organismos y universidades. El ofertante tiene que solicitar la participación en el evento y obtiene unas credenciales para publicar su oferta en una web (Girl's Day Alemán, 2022).

Es necesario que el ofertante indique la siguiente información:

- Su logotipo.
- El contacto de la persona de la empresa responsable de protección de datos.
- El contacto de la persona de la empresa que se encargará del Girl's Day.
- Los detalles de la actividad ofertada: número de personas que pueden participar, descripción de la actividad y duración. También puede acompañarlo de una fotografía (por ejemplo, la zona de la empresa donde se desarrollará la actividad).

Las ofertas aparecen en un mapa interactivo que cualquier persona puede consultar (Figura 1). Anualmente, el número de ofertas ronda las 10.000 y el número de plazas ofertadas las 100.000.

La réplica del Girls' Day alemán en Gijón como una iniciativa para atraer talento



Fig. 1. Mapa de ofertas actual para la edición de 2022 de Girls' Day alemán. Nota: cada punto naranja no es propiamente una oferta. Cuando se amplía la zona es punto contiene otros muchos puntos. (Tomado de <https://www.girls-day.de/>)

Como ejemplo de la información que se puede ver en la página web para cada oferta de actividades, en la Figura 2 se muestra una actividad ofertada en Hannover. Se puede ver que la oferta incluía 6 plazas y que ya están ocupadas.

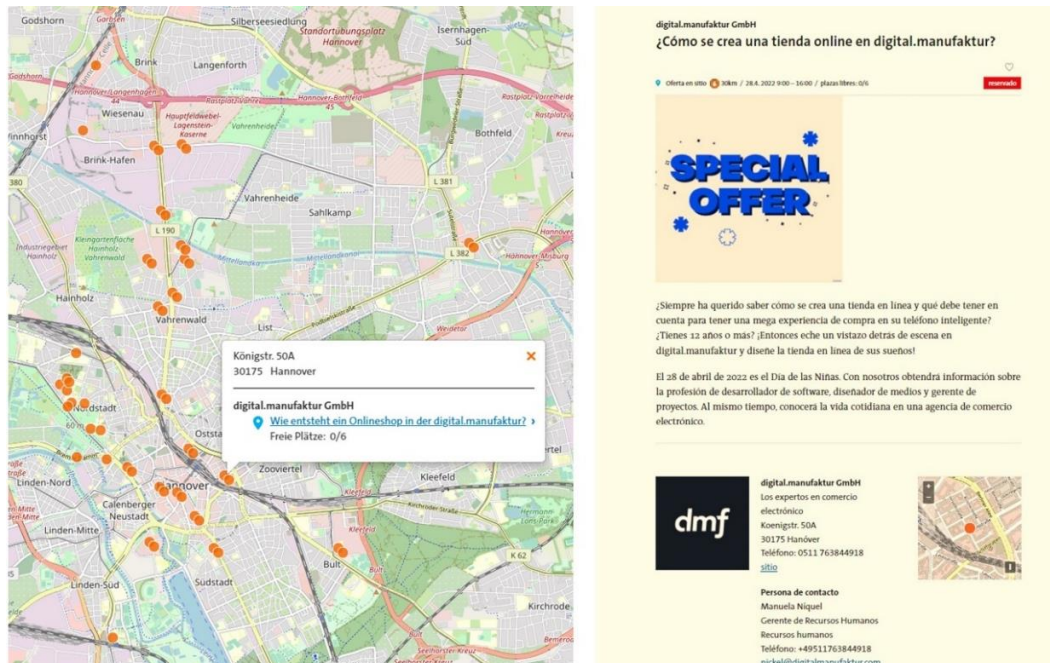


Fig. 2. Izquierda, zoom en el mapa de la zona de Hannover y una de las actividades resaltadas cuyos detalles se muestra a la derecha (la traducción de la página se ha realizado con Google Translate).

Algunas características esenciales de la jornada alemana son las siguientes:

- Está dirigida a mujeres. Existe un día alternativo llamado Boys' Day en el que participan empresas que tienen una infrarrepresentación masculina entre sus trabajadores. Ese día surgió posteriormente y no tiene la trascendencia del Girls' Day.

- Se trata de un evento a escala nacional con fortísima implicación institucional. La propia Angela Merkel promovió activamente el evento.
- Se celebra el último jueves del mes de abril.
- Se considera una jornada escolar y las alumnas participantes tienen derecho a exención de clases ese día para ir a las actividades del Girls' Day.

EL GIRLS' DAY EN LA EPI GIJÓN

En la EPI Gijón se viene celebrando el Girls' Day desde hace una década. El nombre ha ido cambiando con el tiempo para buscar mayor consenso. Generalmente, la actividad se basa en una conferencia en la que algunas ingenieras hablan sobre su propio trabajo. Después, las personas asistentes se dividen en grupos de unas 15 personas y visitan alguno de los laboratorios más singulares de nuestra Escuela (suelen participar unos 20-25 laboratorios). Cada grupo visita tres laboratorios. En la Figura 3 se muestra la visita de uno de los grupos al laboratorio de impresión 3D de la Cátedra MediaLab- Milla del Conocimiento, cuya sede está en nuestra Escuela.



Fig. 3. Ejemplo de una de las actividades celebrado en el Girls' Day de la EPI Gijón.

El número de asistentes anualmente suele ser de alrededor de 250 personas. El evento está dirigido a estudiantes de ESO y Bachillerato. Se envía invitación a todos los centros educativos de Asturias y se financian los autobuses con la colaboración de algunos patrocinadores.

En nuestra experiencia, conviene que en el evento tengan cabida chicas y chicos, y así se transmitimos a los centros. No se incide en temas de género en la jornada más que por el hecho de que la conferencia la protagonizan ingenieras y porque pedimos que el profesorado que colabora en las visitas de los laboratorios esté integrado, preferentemente, por mujeres.

El objetivo es mostrar referentes como medio para favorecer la atracción de la mujer a nuestro ámbitos, (Guenaga, 2022).

En una de las ediciones tratamos de replicar modestamente el Girls' Day alemán. Fue un evento sumamente complejo y exitoso en el que no se hizo conferencia, sino que cada visitante fue a ver uno de nuestros laboratorios y una empresa de la Milla del Conocimiento de las que colaboraron (Figura 4). Participaron alrededor de 500 personas que vinieron desde varios puntos de Asturias.

Cada empresa tenía una actividad preparada en un horario fijado de antemano. La logística era mucho más compleja de lo que se puede intuir y no se entra en detalles en este documento, pero fue necesario contar con numerosas personas voluntarias (alumnado de nuestra Escuela) para guiar a las personas al lugar adecuado.

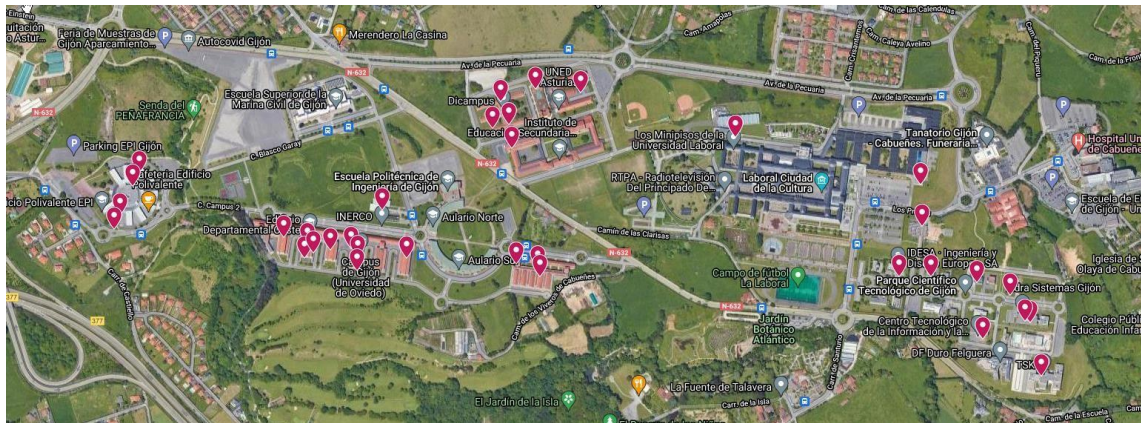


Figura 4. Mapa de actividades del Día de la Mujer en la Ingeniería celebrado en la Milla del Conocimiento de Gijón. Cada globo rosado es uno de los laboratorios o empresas que participaron en la actividad. La Milla está compuesta por el Parque Científico y Tecnológico de Gijón, la EPI Gijón y otros agentes.

Algunas características del Girls' Day en la EPI Gijón son las siguientes:

- El nombre se cambió a “Día de la Mujer en la Ingeniería” porque “Girls' Day” era un nombre que ocasionaba rechazo en amplios sectores.
- El evento está expresamente dirigido a chicas y a chicos, aunque se recomienda que las actividades/visitas sean presentadas y dirigidas por una mujer, siempre que sea posible, con el objetivo de visibilizar a las mujeres en nuestras profesiones.
- Las personas asistentes vienen con su centro educativo, no individualmente.
- Las visitas se asignan desde la EPI Gijón, no se pueden escoger. Esto es un punto débil. El motivo de que sea así es que la organización es más sencilla, ya que facilita la distribución de los estudiantes y la logística con los autobuses, puesto que de este modo se envía un grupo de un mismo centro educativo junto.
- La jornada es de mañana para que se pueda organizar dentro del horario habitual de las clases.
- Se contó con la implicación de la Oficina de Políticas de Igualdad de Gijón.

CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE FUTURO

El impacto del Girls' Day alemán, e incluso el realizado modestamente en la EPI Gijón, es enorme a nivel social. El análisis del evento alemán no se ha llevado a cabo completamente en este documento. El eje fundamental es la página web, que es relativamente compleja. La magnitud de este evento requiere de personas dedicadas íntegramente a la organización. La réplica asturiana se realizó sin otro recurso más que la colaboración de empresas y entidades en la financiación de autobuses. El trabajo recayó fundamentalmente en la Dirección de la escuela y tuvo una magnitud que lo hace insostenible sin recursos adicionales.

Nuestra experiencia es que el nombre Girls' Day ocasiona rechazo y, por ello, se cambió a un nombre de mayor consenso. El hecho de destinar la jornada expresamente a chicos y a chicas, a pesar del nombre, ha sido bienvenido por todos los agentes. Además, nuestros centros educativos son mixtos, por lo que resulta difícil para los mismos justificar que sólo una parte de su clase pueda asistir cuando las actividades son de interés para todos.

Probablemente, el mejor planteamiento para nuestro entorno pase incluso por eliminar la referencia a la mujer del nombre de la jornada y destinarla, sin más, a la promoción de las ingenierías, visibilizando de forma particular a las mujeres como las protagonistas de las actividades propuestas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores deseamos mostrar nuestro agradecimiento a la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Oviedo y, particularmente, a Itziar Ahedo Raluy. A la Fundación de la Universidad de Oviedo y, en especial, a Matilde Hoelscher Blanco e Isabel Taboada González. Y a la Oficina de Políticas de Igualdad de Gijón y, en especial, a Felisa Soria y Belén Falagán.

REFERENCIAS

- Botella C, Rueda S, López-Iñesta E, Marzal P (2019). Gender Diversity in STEM Disciplines: A Multiple Factor Problem. *Entropy*, 21(1), 30; <https://doi.org/10.3390/e21010030>
- Girls's Day alemán (2022, 8 de junio) <https://www.girls-day.de/>
- Guenaga M, Eguíluz A, Garaizar P, Mimenza A. (2022) The Impact of Female Role Models Leading a Group Mentoring Program to Promote STEM Vocations among Young Girls. *Sustainability* 14(3), 1420; <https://doi.org/10.3390/su14031420>
- Villarroya-Gaudó M., Baldassarri S, Lozano M, Trillo R, Murillo A C, Garrido P. (2014). Girls' Day experience at the University of Zaragoza: attracting women to technology. *Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction* (pp. 1–8) <https://doi.org/10.1145/2662253.2662332>

La aplicación de metodologías y pensamiento de diseño en la creación e implementación de una nueva asignatura. La importancia de la empatía en la creación de nuevos contenidos docentes

Kiko Gaspar Quevedo^a y Miguel Abarca Fernández^b

^aValencia (1979) Profesor ayudante doctor dpto. dibujo Universitat Politècnica de València (fragasqu@upv.es), ^bValencia (1976) Profesor ayudante doctor dpto. dibujo Universitat Politècnica de València (joabfer@upv.es).

Abstract

The scope of this paper is to analyze and evaluate the effectiveness of the use of design thinking and other design methodologies to address the creation and implementation of a new subject in the Degree in Design Engineering and Product Development of the Polytechnic University of Valencia.

The main teaching scope for this subject is to improve the understanding and perception that students have about the degree, themselves, the profession and future professional options.

Keywords: thinking, design, methodology, education, creation, subject, interview, qualitative, empathy.

Resumen

El siguiente artículo tiene como objetivo analizar y evaluar la efectividad de la aplicación de las metodologías y pensamiento de diseño para abordar la creación y puesta en funcionamiento de una nueva asignatura en el Grado de Ingeniería del Diseño y Desarrollo de Productos de la Universitat Politècnica de València.

Como objetivo docente se persigue mejorar el entendimiento y la percepción que el alumnado tiene sobre el grado, sobre ellos mismos, la profesión y sus opciones profesionales.

Palabras clave: pensamiento, metodología, diseño, educación, creación, asignatura, entrevista, cualitativa, empatía.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los autores de este artículo (Miguel Abarca y Kiko Gaspar), desarrollamos nuestra actividad profesional como diseñadores industriales por cuenta propia y ajena desde el año 2000. Aunque nuestros inicios profesionales se focalizaron en el desempeño exclusivo de la

profesión, desde el año 2008 ambos autores compaginamos dicha actividad con la docencia, tanto en la Universitat Politècnica de València como en otras universidades privadas.

Haber participado como docentes en la casi totalidad de las asignaturas que nuestro departamento imparte, nos ha aportado un conocimiento que consideramos puede orientarse con la finalidad de mejorar el grado y el aprendizaje de nuestros alumnos.

1.1. Objetivo general.

Tras años de un análisis reflexivo, y conversaciones con alumnos, constatamos una situación recurrente en muchos casos: la falta de motivación de una parte del alumnado. Consideramos que la motivación del alumnado es un aspecto clave para que puedan aprovechar todas las oportunidades que les ofrece su paso por la universidad.

Por otro lado, creemos que la motivación del alumnado no debe ser algo impuesto desde fuera, sino que, para ser verdaderamente valiosa, debe nacer del propio individuo. En este sentido nuestro principal objetivo como docentes reside en ayudar a que cada alumno encuentre su propia motivación, basada en sus propios intereses, capacidades y potencialidades. Al fin y al cabo, “una sociedad tiene sentido cuando comprende que su riqueza fundamental reside precisamente en esas capacidades de los jóvenes” (Goodman, 1971).

1.2. Objetivos específicos.

Creemos firmemente que resulta difícil estar motivado por adquirir un conocimiento, que no se percibe necesario para poder alcanzar un objetivo personal. En este sentido consideramos que el principal problema reside en que los alumnos no tienen claro cuál es ese objetivo. Nuestra función como docentes puede ser la de ayudar “a despertar y esclarecer los propósitos individuales, así como los objetivos más generales del grupo, [confiando] en que el estudiante desea realmente alcanzar estas metas para él significativas, siendo ésta la fuerza motivacional que subyace en todo aprendizaje significativo.” (Rogers, 1975)

A tal respecto y como objetivos específicos de las acciones y metodologías que a continuación describiremos, encontramos, por un lado, que el alumnado sea totalmente consciente de la estructura, organización, opciones y posibilidades que el grado en el que se han matriculado les ofrece, así como de la finalidad y razón de ser, tanto de las asignaturas del grado como la metodología de estas.

Por otro lado, las opciones profesionales futuras que, con la obtención de este grado, tienen posibilidad de desarrollar, así como los sectores o ámbitos profesionales en los cuales pueden llegar a introducirse.

Y, por último, ayudar a los alumnos recién matriculados a que reflexionen sobre la motivación real que les ha llevado a estudiar este grado, hacia dónde pretenden dirigirse con él y cuál es el camino o la forma, a tal respecto, que mejor se adapta a sus posibilidades o preferencias para conseguirlo.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Dijo el premio nobel Herbert Simon (como se citó en Brown, 2020) que “diseña quien concibe un plan de acción dirigido a cambiar situaciones existentes por otras preferidas”.

Basándonos en el concepto de que el diseño debe ser concebido como una herramienta para resolver problemas, decidimos abordar este desafío haciendo uso de las metodologías de diseño con las que más familiarizados estamos: el Design Thinking (o pensamiento de diseño).

El “Design Thinking”, más que una metodología, se entiende como un enfoque o modelo de pensamiento. Existen varias interpretaciones y teorías sobre este modelo de pensamiento y las fases en las que dividir un proyecto siguiendo esta metodología. Sin embargo, todas ellas coinciden en que, según explican Juan Gasca y Rafa Zaragoza (2014), “no se trata de un proceso lineal y estanco, sino de... un proceso iterativo en el que cada fase de trabajo constituye la entrada a la siguiente y a lo largo del cual podemos desplazarnos.”

El modelo de Design Thinking de la “d.School” de Stanford, que utilizaremos como referencia, divide el proceso en 5 fases: 1-Empatizar, 2-Definir, 3-Idear, 4-Prototipar y 5-Testear (o evaluar).

Con el objetivo de proponer una solución a esta problemática, iteramos entre las cinco fases del Design Thinking enumeradas anteriormente:

1-Empatizar: A través de años de conversaciones con compañeros de promoción y alumnos acerca del desarrollo de sus estudios de grado y percepción del mismo. (sugerencias, cambios, evaluación, profesorado, gestión...).

2-Definir: Detectamos patrones comunes con respecto a las necesidades de estos (falta de conocimiento sobre las posibilidades profesionales, poco contacto con la industria y los profesionales en activo, ausencia de un objetivo profesional claro...)

3-Idear: Ideando constantemente propuestas de mejora sobre las asignaturas que impartimos, tanto de contenidos, como de estructura, ejercicios, temáticas de proyecto, métodos de evaluación, etc.

4-Prototipar: Introduciendo innovaciones en asignaturas en las que impartimos docencia como, por ejemplo, visitas a empresas y ferias, invitando como conferenciantes a diseñadores en activo, implementando ejercicios de autoconocimiento, ejercicios de investigación y análisis sobre diseñadores, entre muchas otras.

5-Testear (y evaluar): Extraemos conclusiones a través de encuestas a los alumnos en lo referente a las intervenciones descritas. Estos datos se contrastan con otros de carácter cualitativo provenientes de encuentros con ex-alumnos que nos aportan sus reflexiones y experiencias ya como profesionales en activo, tras su paso por cursos anteriores.

2.1. Descripción de la posible propuesta.

Tras años de aplicar distintos contenidos, actividades y metodologías en las asignaturas en las que hemos participado, encontramos que una solución podía residir en la creación de una nueva asignatura de primer curso que sirviera de introducción al Grado de Ingeniería del Diseño y Desarrollo de Producto.

Los objetivos de esta, no solo estarían focalizados únicamente en informar a los alumnos de las posibilidades profesionales del Grado, sino en ser una ayuda para reflexionar e investigar acerca de sus intereses, habilidades, objetivos y posibilidades futuras.

2.2. Inicio del plan de ejecución y metodología

Para abordar esta “fase del proyecto de diseño” nos servimos nuevamente de las herramientas y metodologías explicadas con anterioridad, en esta ocasión, para confeccionar un plan de ejecución y un currículo coherente con los objetivos y el grado de madurez de los alumnos:

1-Empatizar: Realización de entrevistas cualitativas con alumnos de cada curso del grado.

2-Definir: matizar los objetivos de la asignatura en función de las primeras entrevistas.

3-Idear: Realización de una lluvia de ideas de posibles temáticas de interés que podrían abordarse en la asignatura. En esta fase, se generaron más ideas de las que realmente se podrían implementar, de modo que pudieran servir de materia prima para seleccionar y ordenar en un potencial programa docente.

4-Pototipar: El primer prototipo de la asignatura, podría decirse que fue el boceto de programa en el que ya se contemplaban las diferentes unidades didácticas, con su correspondiente material teórico y posibles actividades relacionadas.

Al tener definidas diferentes ideas de actividades y temarios, se decidió utilizar las sucesivas conversaciones con alumnos y ex alumnos a modo de “prototipos iniciales”.

5-Testear: Las ideas propuestas y filtradas eran comentadas a los alumnos con los que nos reunimos para poder extraer conclusiones después de observar y analizar su reacción. De este modo estas conversaciones servían tanto para recabar información como para testear el posible interés suscitado por las ideas ya propuestas.

2.3. Iteración del proceso durante la asignatura.

Uno de los desafíos a los que nos enfrentamos fue el hecho de comenzar la asignatura sin tener confeccionado al 100% todo el contenido teórico necesario. Este hecho, lejos de vivirlo como una limitación, decidimos asumirlo como una oportunidad; solicitando a los propios alumnos que estaban cursando la asignatura que compartieran con nosotros los temas o actividades que ellos consideraban podrían ser interesantes. Para nuestra sorpresa, varios de ellos hicieron especial hincapié en temas que habían pasado desapercibidos para nosotros incluso en las propias entrevistas. Como, por ejemplo, características ideales del equipo informático necesario para cursar el grado, o la inquietud por realizar un “proyecto de diseño” ya en primero de grado. Esto nos permitió realizar algunas modificaciones en los contenidos teóricos para ajustar el temario a algunos de los temas que eran importantes para ellos.

RESULTADOS

Un aspecto complejo a la hora de testear y evaluar la efectividad de cualquier idea prototipada reside en el método utilizado para la recopilación e interpretación de datos. Para obtener conclusiones en la evaluación de los resultados, hicimos uso de dos metodologías complementarias. Por un lado, utilizamos las “encuestas de opinión del alumnado sobre el

profesorado” que, aunque principalmente aportan datos sobre la opinión que tienen los alumnos de los profesores, y no tanto de la asignatura propiamente, podemos afirmar que suele haber una relación directa con el grado de satisfacción con dicha asignatura. En estas encuestas, el grado de satisfacción medio con el profesorado fue de (9,20/10,00) superando en el caso de ambos profesores, la media de nuestro departamento (8,77/10,00). Consideramos esto un indicio relevante ya que, lo habitual suele ser que la satisfacción del alumnado en asignaturas de nueva creación sea baja inicialmente, y vaya en aumento a medida que se definen y consolidan las mismas.

Por otro lado, con el fin de poder extraer conclusiones más específicas acerca de qué unidades y actividades habían cumplido mejor con su objetivo y cuáles podían ser objeto de mejora de cara a cursos sucesivos, se optó por elaborar una encuesta específica en la que los alumnos pudieran evaluar los contenidos en detalle. Esta encuesta fue de obligado cumplimiento y se realizó de manera anónima.

El modelo de pensamiento de Design Thinking, se centra en conocer en profundidad las necesidades, preocupaciones y dificultades de los usuarios, por lo que prioriza las entrevistas cualitativas con preguntas abiertas. En este sentido “el Design Thinking y la investigación cuantitativa tienen diferencias significativas desde la metodología y las herramientas utilizadas, hasta sus aplicaciones y entregas. Sin embargo, si se usan correctamente, pueden complementarse entre sí.” (MJV Innovation, 2018). Es por esto que la encuesta se diseñó contemplando tanto una parte cuantitativa como otra cualitativa. En la primera parte los alumnos otorgaron una puntuación numérica a cada una de las actividades (media: 7,6/10,0), clases teóricas (media: 8,1/10,0) y charlas (media: 9,0/10,0), así como a la satisfacción general con la asignatura (media 8,1/10,0), y a otras preguntas relacionadas con el ritmo, la cantidad de información o la dificultad de esta (media 8,8/10,0).

Al final de la encuesta, en el apartado de respuestas abiertas, los alumnos contestaron a preguntas como: “¿Qué cambiarías de la asignatura?” o “¿Qué te ha gustado de la asignatura?”, y se les dejaba un espacio abierto para observaciones generales y/o particulares, así como sugerencias o quejas.

Consideramos que fue de gran utilidad complementar las respuestas cualitativas con las cuantitativas puesto que, de no ser así, podría haber llegado a conclusiones erróneas. Por ejemplo, basándonos en los datos de las respuestas cuantitativas, podríamos concluir erróneamente que los alumnos preferían el contenido teórico a las sesiones prácticas. Sin embargo, en las respuestas abiertas existía un gran consenso al respecto que los alumnos preferían que hubiese más contenido práctico del que actualmente se contemplaba. Tras una lectura profunda, pudimos extraer la conclusión de que el contenido teórico se encontraba en un estado de maduración mayor que la mayoría de las dinámicas de carácter práctico.

Inmediatamente después de la finalización de la asignatura y gracias a las impresiones y opiniones de los alumnos, se documentaron los posibles cambios y modificaciones de cara al curso siguiente, como, por ejemplo, cambios de horario para evitar solapes con otras actividades o la modificación y sustitución de algunos de los trabajos o actos evaluativos de los cuales no pudimos obtener las respuestas esperadas, debido a que los alumnos no entendieron, no desarrollaron de la forma esperada, o no les motivaron lo suficiente.

CONCLUSIÓN

Basamos nuestra propuesta de solución a los objetivos propuestos en la creación de una asignatura que diera respuesta a varios aspectos clave: por un lado, en el análisis y conocimiento del grado y las futuras opciones profesionales. Y por otro, en la confección de un plan personal que facilitase a los alumnos marcar, de forma temprana, un objetivo a seguir que aporte sentido, no solo a sus estudios sino también a la manera de entenderlos, orientarlos y en última instancia, aprovecharlos.

Bajo nuestro punto de vista, los puntos más relevantes en la aplicación de esta metodología los encontramos en:

1-Empatizar: Recalcar la importancia de escuchar a los alumnos y tomar decisiones valorando, no solo lo que consideramos que es interesante que aprendan, sino lo que ellos esperan y consideran importante.

4-Prototipar: En este punto, cabe hacer hincapié en la importancia de asumir el desafío de implementar actividades o dinámicas en un estado temprano de desarrollo.

5-Testear (y evaluar): con una acertada metodología para la evaluación de los resultados, pudimos validar las decisiones implementadas y proponer cambios de cara a mejorar futuras ediciones de la asignatura.

Tras este análisis y reflexión, podemos calificar de exitoso el uso del Design Thinking como técnica para aportar mejoras docentes a través de la creación de una nueva asignatura. Conseguimos elaborar un temario completo de una asignatura inexistente en pocos meses, e implementarlo con margen para retoques y adaptaciones, obteniendo unas valoraciones en las encuestas por encima de la media de nuestro departamento. Por último, consideramos que esta metodología podría ser extrapolable a la creación de otras asignaturas de diversos grados.

REFERENCIAS

Brown, T. (2020). *Diseñar el cambio*. Ediciones Urano.

Gasca, J., y Zaragoza, R. (2014). *DesignPedia*. Almuzara

Goodman, P. (1971). *Problemas de la juventud en la sociedad organizada*. Ediciones Península.

MJV Innovation. (9 de febrero de 2018). *Design thinking or quantitative research? Understand the difference between them and learn when to use each method*. <https://blog.mjvinnovation.com/design-thinking-2/design-thinking-or-quantitative-research-understand-the-difference-between-them-and-learn-when-to-use-each-method>.

Rogers, C., y Freiberg, H.J. (1975). *Libertad y creatividad en la educación*. Paidós Educador.

Prácticas en empresa en Laboratorios de Fabricación Digital (FabLabs): su influencia en los alumnos

Cristina Moreno-Díaz*^a, Cristina Alía^a, Rosa Ocaña^a, Francisco Santos^a y Fernando Gómez^a

*cristina.mdiaz@upm.es ^aEscuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (Universidad Politécnica de Madrid, Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid, España.

Abstract

Digital manufacturing laboratories have been imposed in STEAM Studies, providing transversal tools not always curricular. The FabLab ETSIDI Ingenia Madrid uses undergraduates as collaborating students. By means of a questionnaire, they were asked about the academic and professional impact of their practices in this laboratory. This article shows the answers and assesses the positive impact that emerges from them.

Keywords: Fab-Labs, Educational innovation, Transversal competences, Internships.

Resumen

Los *laboratorios de fabricación digital* se han venido imponiendo en Facultades y Escuelas técnicas y de diseño, proporcionando herramientas transversales no siempre curriculares. El FabLab ETSIDI Ingenia Madrid recurre a estudiantes como alumnos colaboradores. Mediante cuestionario se les ha preguntado por la repercusión académica y profesional de sus prácticas en este laboratorio. En este artículo se muestran las respuestas y se valora la repercusión positiva que de ellas se desprenden.

Palabras clave: Fab-Labs, Innovación educativa, Competencias transversales, Prácticas en empresa.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El FabLab ETSIDI Ingenia Madrid es un laboratorio de fabricación digital que forma parte de la red internacional de FabLabs promovida por el Center for Bits and Atoms (CBA) del Media Lab del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Fundado en 2016 y dentro de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), presta servicio tanto a los estudiantes, profesorado y personal de la Escuela como a cualquier otra persona, entidad o asociación que requiera de sus funciones, (Alía, C. et al.).

Aunque la gestión administrativa corre a cargo de doce profesores voluntarios, de las labores cotidianas del FabLab ETSIDI Ingenia Madrid se encargan estudiantes de los últimos cursos de los diferentes grados y másteres de la Escuela, mediante la realización de prácticas curriculares y extracurriculares. Estos estudiantes, debidamente supervisados, son los que se encargan de dar servicio a los usuarios, manejan los equipos, preparan e imparten actividades y cursos, y recibir visitas tanto de otros colectivos universitarios como de institutos y colegios,

así como visitas internacionales. A lo anterior se suman actividades relacionadas con el mantenimiento, gestión, proyección y difusión.

Los profesores implicados han llevado a cabo una serie de mecanismos de realimentación dentro de un ciclo de mejora continua. Para conocer y analizar la influencia que ha tenido para los alumnos haber trabajado en estas instalaciones se ha planteado un cuestionario con los objetivos siguientes:

- Tener una visión del tipo de estudiante que trabaja en el FabLab ETSIDI Ingenia Madrid, así como la duración y tipo de prácticas que realizó.
- Averiguar en qué actividades participó para poder analizar cuáles son las que más repercuten en la adquisición de competencias transversales.
- Conocer la valoración personal de cada uno.
- Analizar las competencias transversales desarrolladas durante las prácticas en el FabLab.
- Influencia posterior en el desarrollo profesional y/o académico del alumno.

METODOLOGÍA

Siguiendo las indicaciones de Metodología de cuestionarios: Principios y aplicaciones, se ha realizado un cuestionario anónimo de veinticuatro preguntas con una pequeña presentación para que todos los encuestados conocieran el fin y la forma de este. En el cuestionario se estructuraron las preguntas en cinco secciones y un apartado abierto para poder dejar algún comentario adicional. Las cinco secciones fueron:

1. Información general: Referida al tipo de prácticas que se realizaron, su duración, estudios que se cursaban en ese momento, cómo supo de la oferta de trabajo o qué tipo de trabajo realizó durante su estancia.
2. Actividades y eventos organizados: En el FabLab ETSIDI Ingenia Madrid se realizan muchas actividades. Muchas de ellas dependen de la ETSIDI, otros de patrocinadores y en otros casos se proponen internamente, por lo que los estudiantes deben saber adaptarse a cada situación. Los eventos más importantes que se han organizado hasta el momento y por los que han sido preguntados fueron: Semana de la Ciencia, Jornadas de Puertas Abiertas de la ETSIDI, Concurso del Prontuario de Sika, Concursos para la sostenibilidad de Caja de Ingenieros, Visitas Internacionales, Visitas de Institutos y Colegios de la Comunidad de Madrid, Programa 4º ESO + Empresa en la ETSIDI, Talleres Infantiles (FabKids), Cursos...
3. Coronavirus: FabLab ETSIDI Ingenia Madrid prestó equipos, organizó grupos de trabajo y colaboró con otras asociaciones de *Makers* durante la pandemia. Se quiere saber si a alguien le sirvió su experiencia en el FabLab para colaborar en las diferentes tareas de apoyo.
4. Percepción Personal: Por el tipo de trabajo que se desarrolla, los alumnos deben aprender a desenvolverse en diferentes situaciones, trabajar en equipo, etc. Es por ello por lo que se adquieren muchas competencias transversales que de otra manera no se desarrollarían. Se pretende conocer cuál es la percepción del estudiante y saber cuáles son las que más se desarrollan.
5. Información tras el paso por el FabLab ETSIDI Ingenia Madrid: El último paso es conocer si el paso por el FabLab ha influido en la carrera posterior de los alumnos, si les resulta

interesante o útil señalarlo en sus currículums, les ha sido de utilidad en procesos selectivos o trabajan e investigan en campos directamente relacionados.

RESULTADOS

A lo largo de los seis años que lleva el FabLab ETSIDI Ingenia Madrid abierto han pasado treinta y tres estudiantes por el laboratorio, de los cuales han contestado a la encuesta veinticuatro, (63 %), siendo un valor aceptable. Una de las primeras dificultades fue la de contactar con los estudiantes, ya que en muchos casos no atienden al e-mail de alumnos que emplearon durante su estancia en el laboratorio o han cambiado de teléfono.

A continuación, se van a presentar los resultados y el análisis de su lectura.

1. Información general

De este apartado cabe destacar la influencia del profesorado y de otros compañeros/as a la hora de aplicar a la oferta de empleo del FabLab, Tabla 1.

Tabla 1 Resultados: ¿Cómo te llegó la oferta de prácticas en empresa del FabLab ETSIDI Ingenia Madrid?

Medio	Profesor	Compañero/a	COIE	Otro
Estudiantes	37%	38%	17%	8%

Por otro lado, la mayoría de los estudiantes, el 87%, han realizado practicas curriculares. Además, cabe destacar que debido al currículum y al interés de algunos alumnos/as se ha llegado a contratar también a un 38% en prácticas extracurriculares, Tabla 2.

Tabla 2 Resultados: ¿Qué tipo de prácticas en empresa hiciste?

Tipo de Prácticas	P. Curriculares	P. Extracurriculares	Ambas
Estudiantes	62%	13%	25%

El 25% que ha tenido ambas se debe a que para que haya continuidad, sobre todo de un curso a otro, se suele recurrir a alguno de los estudiantes anteriores para que haga de tutor de los que entran nuevos y explique el funcionamiento cotidiano del FabLab.

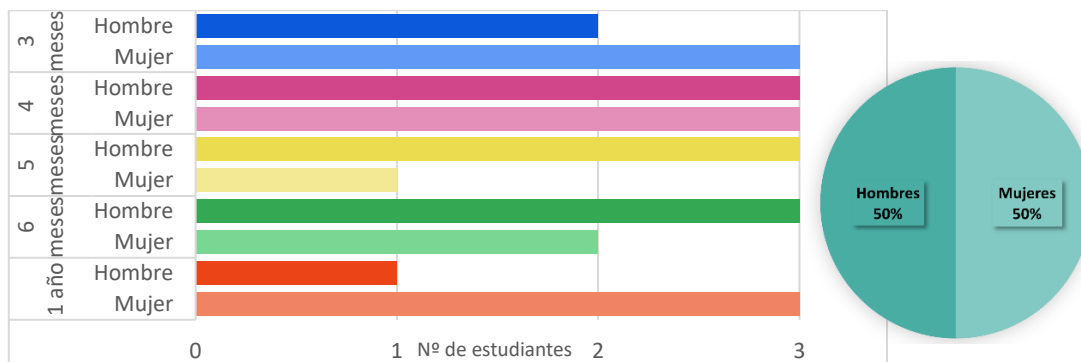


Fig. 1 Resultados: ¿Cuánto tiempo estuviste con nosotros? y ¿Género?

Cuanto más créditos necesitan los alumnos para completar su formación, más tiempo tienden a permanecer en el FabLab. Como se observa en el gráfico (Fig. 1), la mayoría de las estancias se concentran entre tres y seis meses siendo raros los casos en los que la estancia se alarga al año. También cabe destacar la paridad entre hombres y mujeres que trabajan en el FabLab, convirtiéndolo en un espacio donde se trata de eliminar los estereotipos en esta

área de la ingeniería, diseño y desarrollo del producto que limiten a priori el interés de otros estudiantes y de los visitantes.

Analizando los estudios que estaban cursando los estudiantes cuando realizaron sus prácticas



Fig. 2 Resultados: ¿Qué titulación estabas cursando cuando realizaste las prácticas? G.D.I.: Grado en Ing. Diseño Industrial y Desarrollo de Producto; G.M.: Ing. Mecánica; G.E.I.A.: Electrónica Industrial y Automática; M.U.I.D.I.: Máster Universitario en Diseño Industrial; D.G.M.D.I.: Doble Grado en Ing. Mecánica y Diseño Industrial.

en el FabLab (Fig. 2) **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), resulta que la gran mayoría son alumnos del grado en Diseño y Desarrollo del Producto. No se logra atraer la atención de los alumnos de otros grados como puede ser el de Ingeniería Química o el de Ingeniería Eléctrica o del Máster en Producción ofertados en la ETSIDI.

Por último, cabe destacar de esta sección que los estudiantes realizan una gran diversidad de tareas, y aunque en algunos casos se encargan alumnos específicos a modo de *especialistas* o *responsables* en la materia, en general aprenden a manejarse con multitud de herramientas y en situaciones diferentes, Fig. 3.

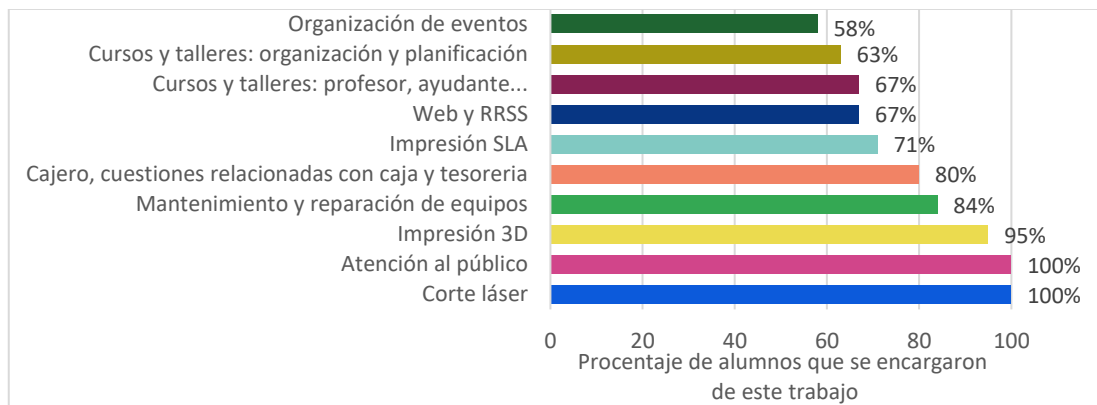


Fig. 3 Resultados: ¿Cuál fue tu trabajo en el FabLab?

2. Actividades y eventos organizados

Como se observa en el gráfico (Fig. 4) no todos los encuestados han participado en los mismos eventos ni en todos los eventos, ya que su periodicidad no coincide con la de las prácticas. Los cursos, talleres infantiles y visitas son eventos cuatrimestrales. Por su parte, el Aniversario del FabLab o La Noche Europea de los Investigadores solo se ha realizado una vez en estos años. Todos los estudiantes han valorado positivamente estas actividades, denominando en muchos de los casos de *enriquecedora* la experiencia.

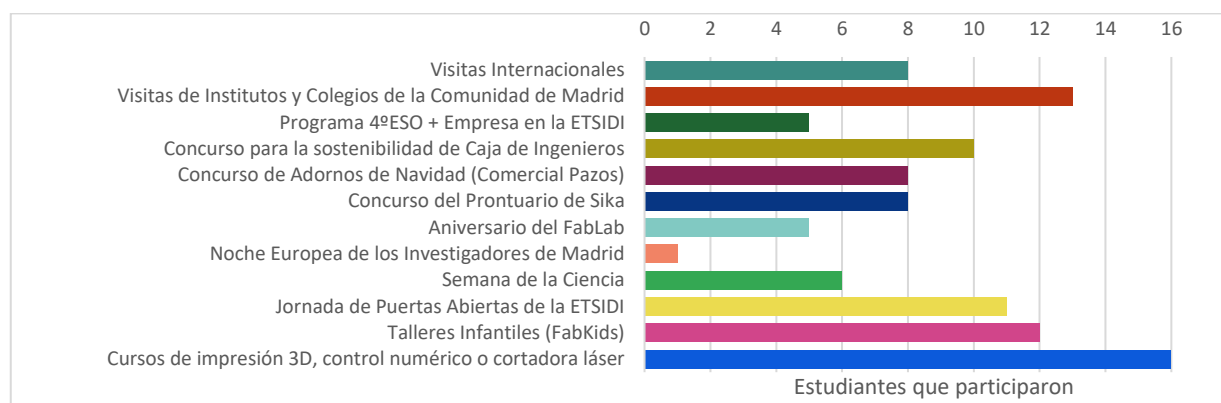


Fig. 4 Resultados: ¿En qué eventos has participado?

3. Coronavirus

De los veinticuatro encuestados el 30% colaboró con alguna de las iniciativas Makers, como la realización de pantallas de protección o respiradores, y otro 30% participó en otro tipo de proyectos relacionados. En cualquier caso, de estos dieciséis alumnos el 60% ha comentado que su paso por el FabLab influyó decisivamente en su decisión a colaborar.

4. Percepción Personal

A la pregunta de “¿Crees que tu paso por el FabLab ha influenciado de manera positiva en tu desarrollo profesional posterior?” veinte de los alumnos contestó afirmativamente y sólo cuatro marcaron la opción “Tal vez”, en cualquier caso resulta muy positivo que nadie piense que el paso por el FabLab “No” le ha influenciado de manera positiva.

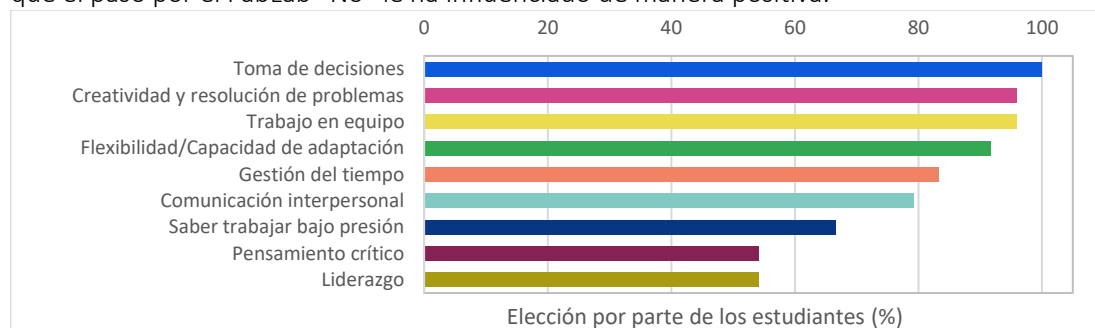


Fig. 5 Resultados: ¿Qué competencias transversales has desarrollado trabajando en el FabLab?

Analizando las competencias transversales que los estudiantes creen haber adquirido, las que más se repiten son: toma de decisiones, creatividad y resolución de problemas, trabajo en equipo y flexibilidad/capacidad de adaptación. Todas estas competencias son altamente demandas por el mercado laboral (Marzo Navarro, M. et al.).

Como se observa en la gráfica (Fig. 5), todas ellas tienen más del 50% de votos de los alumnos por lo que se puede afirmar la importancia de este tipo de espacios y actividades creativas para la adquisición de competencias no curriculares de alta demanda laboral.

5. Información tras el paso por el FabLab ETSIDI Ingenia Madrid

Tras su paso por el FabLab, todos los alumnos reconocen que les ha influenciado la experiencia en la toma de decisiones académicas o profesionales. Concretamente a un 75% de los encuestados les ha influido en parte y al 25% restante la influencia le ha sido notable.

Se ha preguntado sobre el currículum y entrevistas. Todos los alumnos señalan de un modo u otro su paso por FabLab durante la búsqueda de empleo.

Tabla 3 Combina Resultados: ¿A qué te dedicas ahora?, ¿Incluyes tu período en el FabLab en tu currículum? y ¿Has hablado sobre el FabLab en alguna entrevista?

Estudiantes colaboradores que actualmente...		
	Sigue formándose	25,00 %
	Trabaja	29,20 %
	Compagina estudios y trabajo	45,80 %
Incluyen su estancia en el currículum	en cualquier caso	90,00 %
	según el puesto	10,00 %
Habla del FabLab en las entrevistas de trabajo	Sí	81,30 %
	No	18,70 %

Veintidós alumnos tienen el FabLab en su *Bio* de *LinkedIn*. Por último, cabe destacar que el 80% de los encuestados señalan su paso por FabLab en entrevistas de trabajo. Y que un 30% ha conseguido plaza en másteres internacionales relacionados con el diseño y la fabricación o trabajan en empresas relacionadas en el extranjero.

CONCLUSIONES

Como queda reflejado por los datos recogidos y los comentarios de los estudiantes en las diferentes partes del cuestionario, se puede concluir que el FabLab ETSIDI Ingenia Madrid es un espacio donde los alumnos de últimos cursos de Grado y Máster que realizan sus prácticas pueden adquirir conocimientos y competencias en un ambiente inclusivo e intercultural que no solo los enriquece a nivel formativo sino también a nivel personal.

Todos los encuestados han considerado que su paso por FabLab ha mejorado su empleabilidad, han obtenido competencias no curriculares de interés y consideran la experiencia como *buena* o *muy buena*.

Se ha constatado que los alumnos provienen mayormente de grados en Diseño y Electrónica. Deberá analizarse en qué modo se puede hacer la propuesta más atractiva a estudiantes de otras especialidades.

A partir de las respuestas proporcionadas en relación con las entrevistas de trabajo y el uso de RRSS del ámbito laboral, se colige que desde el mundo empresarial y académico (post-grado) se conocen y valoran estas prácticas, y que sobre ellas se trata en los procesos selectivos.

Queda pendiente para futuros trabajos establecer qué repercusiones tiene la participación de los alumnos en proyectos FabLab en un marco internacional, considerando programas de movilidad (Erasmus, Magalhães...), así como la percepción local y su repercusión social.

REFERENCIAS

- Alía, C., Ocaña, R., Caja, J., Maresca, P., Moreno-Díaz, C., Narbón, J.J. (2019) Use of open manufacturing laboratories (Fab Labs) as a new trend in engineering education, *Procedia Manufacturing*, 41, 938-943. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.018>.
- Arango, M. A. C. (1993). Metodología de cuestionarios: Principios y aplicaciones. *Boletín de la ANABAD*, 43(3), 263-272.
- Marzo Navarro, M., Pedraja Iglesias, M., y Rivera Torres, P. (2006). Las competencias profesionales demandadas por las empresas: el caso de los ingenieros. *Revista de educación*, 341, 643-661.

Sistema para ajustar la medición del tiempo de respuesta de los alumnos cuando se utilizan dispositivos táctiles

Miguel A. Mateo Pla^a, Lenin G. Lemús Zúñiga^b, Olga Ampuero-Canellas^c y José Miguel Montañana^d

^a Departamento de Informática y Computadores, Universitat Politècnica de València, mimateo@upv.es,

^b Departamento de Informática y Computadores, Universitat Politècnica de València, lemus@upv.es,

^c Departamento de Ingeniería Gráfica, Universitat Politècnica de València, olga@mag.upv.es, y ^d inpeek GmbH, jmmontanana@gmail.com .

Abstract

In the increasingly common situation of learner assessment using computerised systems, especially online, the learning process can be analysed using more data than just the learner's answers. The time taken to answering each question is a clear example of this extra information, but whenever it is measured there are always errors that cause the measured value to differ from the real value. We present a prototype that allows the measurement of these differences, and some results of its use.

Keywords: response time, online evaluation, learning analytics, exGaussian distribution.

Resumen

En la cada vez más habitual situación de la evaluación usando sistemas computerizados, sobre todo online, se puede analizar el proceso de aprendizaje utilizando más datos que la simple contestación del alumno. El tiempo asociado a responder cada pregunta es un claro ejemplo de esa información extra, pero siempre que se mide existen errores que hacen diferir el valor medido del real. Presentamos un prototipo que permite la medición de esas diferencias, y algunos resultados de su utilización.

Palabras clave: tiempo de respuesta, evaluación online, Análítica del Aprendizaje, distribución Gaussiana modificada exponencialmente.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Todo ser vivo reacciona ante los estímulos físicos que percibe, los seres humanos no son una excepción. Al tiempo transcurrido entre la aparición del estímulo físico y la realización de una acción se le denomina tiempo de respuesta (*5 Types of Response Time Metrics and How To Measure It | Indeed.Com*, 2021). Los tiempos de respuesta dependen de muchos factores: el ser vivo, el individuo, el estímulo físico, etc. El estudio de esta variabilidad y sus posibles causas es un importante campo de investigación (Navarro-Pardo et al., 2013; Yan, 2010).

Un ejemplo de estímulo que provoca una reacción es, sin lugar a duda, una pregunta de examen. En una evaluación basada en lápiz y papel, es muy difícil la medida de estos tiempos de respuesta. Sin embargo, conforme se generalizan los sistemas de evaluación automatizados y online, es cada vez más fácil obtener estos tiempos, que podrían aportar información relevante sobre diferentes elementos del proceso de aprendizaje de los alumnos (Rushkin et al., 2019).

Aunque pueda parecer trivial, medir esos tiempos con exactitud siempre ha sido un problema en el campo donde nació su estudio, la psicología, y se ha mantenido incluso con ordenadores potentes (Plant, 2016). De hecho, en psicología, donde la exactitud deseada está en el orden de milisegundos, se han desarrollado sistemas hardware y software especiales para poder alcanzar dicha exactitud (Peirce et al., 2019; Toda, 2017). Un ejemplo, de la razón por la cual se necesita los tiempos de respuesta con precisión, es la detección temprana de problemas de trastorno de déficit de atención (TDA), en la que se pueden utilizar aplicaciones basadas en “serious games”. Si este tiempo se altera debido al dispositivo (ordenador, tableta o móvil) utilizado en las pruebas, se pueden generar falsos positivos en los diagnósticos. Además, se debe tener mucho cuidado, si al realizar el diagnóstico a una gran cantidad de niños, se utilizan diferentes tipos de dispositivos los resultados no pueden ser agrupados sin un preprocesamiento de los datos obtenidos. Otro ejemplo la detección de síntomas de problemas cognitivos en personas de la tercera edad (Lemus-Zúñiga et al., 2015).

Al medir los tiempos de respuesta de un usuario se obtiene una lista de valores con los tiempos observados entre la aparición del estímulo (e.g. aparece en pantalla una pregunta) y el inicio de la respuesta (e.g. el estudiante selecciona una respuesta). Una forma habitual de utilizar estos resultados es obtener una serie de parámetros que definen el tipo de respuesta del usuario, de forma que facilite su interpretación. Una forma de realizar esta parametrización es suponer que los tiempos de respuesta siguen una determinada distribución estadística, y son los parámetros de esa distribución los que se utilizarán en el resto del proceso. De esta forma es posible realizar comparaciones entre usuarios o situaciones diferentes para un mismo usuario.

Una de las distribuciones estadísticas utilizadas (Lacouture & Cousineau, 2016; Moret-Tatay et al., 2014; Palmer et al., 2011) es la distribución Gaussiana modificada exponencialmente (también conocida como *exGaussiana* o **EGM**). Esta distribución es la convolución de una distribución Gaussiana y una exponencial, por lo que tiene tres parámetros: dos de la Gaussiana: media (μ) y varianza (σ), y el tercero es el parámetro lambda (λ) de la parte exponencial. Como resultado de un experimento de tiempos de respuesta se obtendrán unos valores (μ' , σ' , λ') de estos parámetros a partir de las mediciones realizadas en el experimento. Estos parámetros pueden diferir de los que realmente definirían al usuario (μ , σ , λ) si las medidas y/o el sistema utilizado para cálculo de los parámetros no son exactos.

El principal objetivo de este artículo es presentar el desarrollo de un sistema que permite, suponiendo una distribución *exGaussiana* del tiempo de respuesta, conocer cuán lejos están los parámetros estimados a partir de las mediciones del tiempo de respuesta en un dispositivo táctil (e.g. un Tablet o un teléfono móvil) de aquellos que realmente definen ese tiempo de respuesta.

Para ello se construyó un hardware que simula la acción “pulsar” sobre el dispositivo, acción realizada tras la aparición de un “estímulo”. Su funcionamiento, a diferencia de un humano, no estará influido por parámetros como el tiempo de la prueba, el humor, las condiciones meteorológicas... Para poder interactuar con ese hardware se ha desarrollado una aplicación Android que genera los estímulos y mide los tiempos de respuesta. El objetivo de este sistema es simular un “humano” que tiene un tiempo de respuesta conocido y almacenado en un fichero. Para cada elemento de ese fichero, se simula el ciclo “estímulo → respuesta” y se medirá el tiempo al mismo por todo el sistema, que se espera que sea diferente del real.

Este tipo de sistemas permitirían la utilización de dispositivos móviles para mejorar la calidad de la educación (objetivo de desarrollo sostenible u ODS número 4) al permitir recoger información relevante sobre el proceso de aprendizaje de los alumnos. Además, la posibilidad de crear una base de datos de las características de diferentes dispositivos permitiría la reducción de desigualdades generadas actualmente por la imposibilidad de acceder a dispositivos especiales de medición robusta de tiempos de respuesta (ODS número 10).

Para poder alcanzar el objetivo principal, se establece un objetivo secundario que es establecer un mecanismo que permita conocer la distancia entre el modelo medido y el real, es decir, si suponemos un modelo de tiempo con distribución exGaussiana, la distancia entre los parámetros estimados (μ' , σ' , λ') y los reales (μ , σ , λ).

Desarrollo y Metodología

En el presente artículo presentamos los resultados obtenidos con un prototipo de sistema que permite conocer como de exacta es la medida del tiempo de respuesta en dispositivos táctiles, así como una primera prueba realizada sobre un Tablet con sistema operativo Android. Este prototipo cuenta con un hardware y un software específicos para simular, respectivamente, la mano de un usuario que interactúa con el dispositivo y el software que en el dispositivo genera los estímulos y mide los tiempos de respuesta. El prototipo está basado en una accionador robótico de un grado de libertad (<https://www.robotshop.com/en/lynxmotion-robot-hand-rh-01.html>) accionada por un servomotor controlado con una placa Pololu Micromaestro (<https://www.pololu.com/product/1350>) que es la encargada de generar los retardos compensándolos con el tiempo de movimiento del servomotor (tiempo que se considera fijo).

Con los miles de medidas obtenidas (cada medida mide el tiempo entre un estímulo y la posible respuesta de un usuario) se han comparado los parámetros de los tiempos de respuesta medidos con los retrasos exactos "generados". Con este experimento pretendemos comprobar si los dispositivos con interacción táctil modifican las características de los tiempos de respuestas.

Además de la aplicación del software y hardware del simulador, se ha utilizado una biblioteca de Matlab® (Lacouture & Cousineau, 2016) para la generación los datos de una distribución exGaussiana con parámetros típicos de una interacción humana normal extraídos de (Moret-Tatay et al., 2014). Los parámetros utilizados han sido una media de 625 ms, una varianza de 55 ms y un parámetro exponencial de 180 ms y se han generado 4000 valores. Antes de realizar el experimento en sí mismo, se ha comprobado que los números generados como tiempo de respuesta conocido de un humano siguen la distribución deseada.

Estos valores se han introducido en el prototipo sobre un Tablet Samsung Galaxy (modelo SM-T530 y con la versión 5.0.2 del sistema operativo). En los experimentos realizados se ha puesto el dispositivo en modo “Avión” para reducir los posibles efectos secundarios que podría tener sobre el tiempo de respuestas el consumo de CPU necesario para realizar accesos a la red. Un ejemplo de su utilización se puede ver en la Fig. 1, en la que se puede apreciar la aplicación desarrollada y la “mano” en la que se ha montado un señalador para pantallas capacitivas.

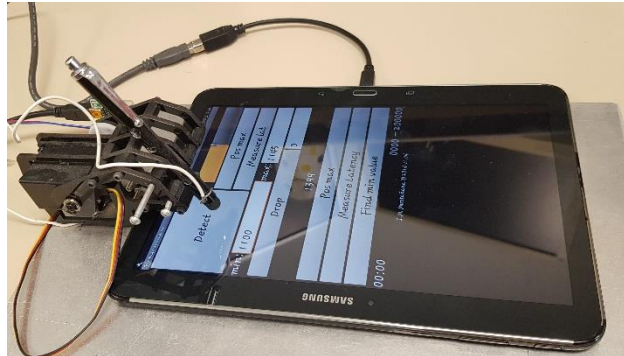


Fig. 1 El prototipo durante un experimento

Resultados

Durante las pruebas se obtiene una medida del tiempo de respuestas para cada uno de los tiempos incluidos en el fichero generado en el punto anterior. Los tiempos obtenidos son, tal y como se esperaba, diferentes y mayores que los originales tal y como se puede ver en la Fig. 2. En esa misma figura se puede observar la distribución de la diferencia entre ambos tiempos.

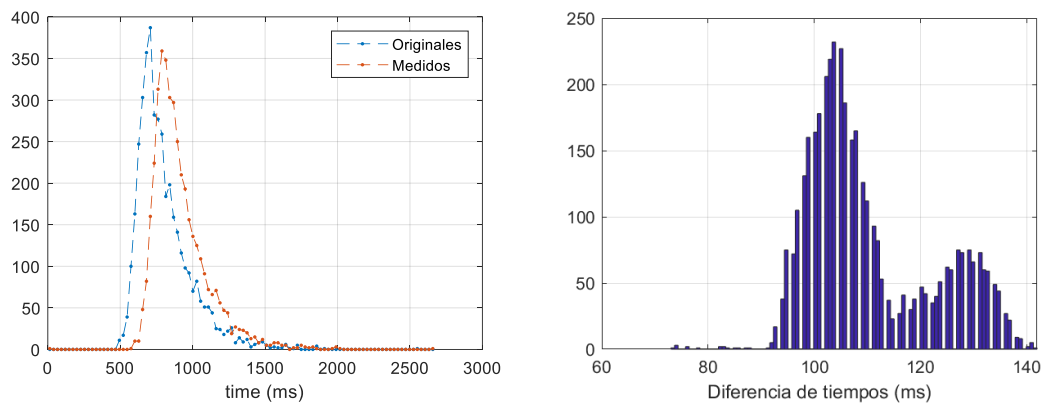


Fig. 2 (Izquierda) PDF comparadas de las medidas y los tiempos originales.
(Derecha) Histograma de las diferencias de ambos tiempos

Los parámetros de una exGaussiana identificados sobre las dos series de datos, la generada y la medida, se presentan en la Tabla 1. En esta tabla se puede apreciar que, incluso para la serie de datos generados, los métodos numéricos siempre presentan cierto margen de diferencia respecto a los valores teóricos utilizados para generar dicha serie. Para comprobar si los datos medidos siguen la misma distribución que los de entrada se ha realizado una prueba Z de Kolgomorov-Smirnoff (Marsaglia et al., 2003). En esta prueba se desecha la hipótesis que las dos muestras presentan la misma distribución cuando el estadístico devuelto supera el valor

de significación. Como la prueba devuelve un valor de 0.35 hay diferencias estadísticamente significativas entre las distribuciones de esas muestras.

Tabla 1 Comparación de los parámetros deseados y calculados.

Serie	Media (μ)	Varianza (σ)	Exponencial (λ)
Teórica	625	55	180
Generados	623.11	55.21	181.40
Medidos	733.52	55.97	187.22

Observando con más detalle los datos obtenidos podemos apreciar que, de los tres parámetros que definen una distribución exGaussiana, los parámetros σ y λ son muy similares en los tres casos, pero que la media (μ) difiere bastante en los datos medidos. Parece como si al realizar el experimento se hubiera añadido una constante (o cerca) a los datos medidos.

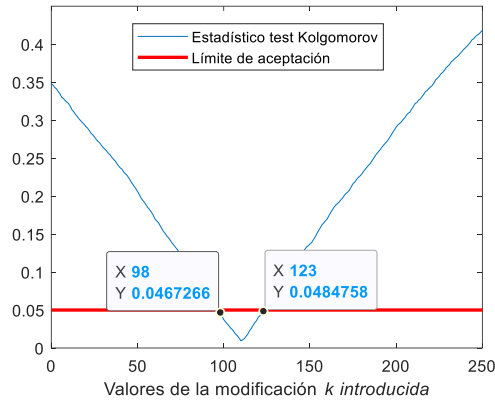


Fig. 3 Estadístico de la comparación entre los datos originales y los medidos modificados.

Para comprobar esta hipótesis se realizaron un conjunto de pruebas Z de Kolmogorov-Smirnoff en las que se comparaban la distribución de los datos "Generados" con series calculadas a partir de los datos "Medidos" menos un valor (k) que se ha hecho variar entre 0 (serie original) y 250 (más de 2 veces la diferencia observada entre la media de las series de datos originales). Los estadísticos obtenidos con cada una se pueden ver en la Fig. 3.

CONCLUSIONES

En este artículo hemos partido de un diseño HW que simula a un usuario realizando un gran número de acciones sobre una pantalla táctil. La ventaja de esta aproximación es que los resultados no dependen del 'cansancio' del sujeto en estudio y, por tanto, del número de mediciones a realizar. Este HW nos ha permitido realizar miles de medidas en cada uno de los dispositivos en estudio.

El experimento ha consistido en generar eventos con retrasos conocidos entre los mismos, utilizando dispositivos Android® se ha medido el tiempo entre dichos eventos. La diferencia entre el tiempo conocido y el tiempo medido es significativa y acorde con lo medido en otros estudios similares.

Además de comparar la diferencia de las medidas, se ha analizado las distribuciones de ambos conjuntos de datos. El proceso de ajuste de las medidas a una distribución ExGaussiana ha

dado unos resultados muy parecidos en dos de los tres parámetros que definen esa distribución. Al realizar una prueba Z de Kolmogorov–Smirnov entre los datos de entrada y los obtenidos de las medidas menos un valor (k), se ha determinado que las distribuciones de ambos conjuntos no son siempre diferentes. Este hecho significa que los valores de las medidas, conocido el valor de k , podrían ser preprocesador para normalizarlos de forma apropiada y poder ser utilizados para realizar estudios válidos sobre el tiempo de respuesta.

Como el valor de ajuste se mantiene constante para el mismo dispositivo a lo largo del tiempo, habría que determinar si ese valor es el mismo para diferentes dispositivos del mismo modelo. Si se cumpliera este hecho, sería factible construir una base de datos de modelos y valores de ajuste para ajustar medidas realizadas en ese tipo de dispositivos.

REFERENCIAS

- 5 *Types of Response Time Metrics and How To Measure It | Indeed.com.* (2021, September 10). <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/response-time-testing>
- Lacouture, Y., & Cousineau, D. (2016). How to use MATLAB to fit the ex-Gaussian and other probability functions to a distribution of response times. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4(1), 35–45. <https://doi.org/10.20982/tqmp.04.1.p035>
- Lemus-Zúñiga, L. G., Navarro-Pardo, E., Moret-Tatay, C., & Pocinho, R. (2015). Serious games for elderly continuous monitoring. *Methods in Molecular Biology*, 1246. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1985-7_16
- Marsaglia, G., Tsang, W. W., & Wang, J. (2003). Evaluating Kolmogorov's distribution. *Journal of Statistical Software*, 8(1), 1–4. <https://doi.org/10.18637/jss.v008.i18>
- Moret-Tatay, C., Moreno-Cid, A., de Argimon, I. I. L., Quarti Irigaray, T., Szczerbinski, M., Murphy, M., Vázquez-Martínez, A., Vázquez-Molina, J., Sáiz-Mauleón, B., Navarro-Pardo, E., & Fernández de Córdoba Castellá, P. (2014). The effects of age and emotional valence on recognition memory: An ex-Gaussian components analysis. *Scandinavian Journal of Psychology*, 55(5). <https://doi.org/10.1111/sjop.12136>
- Navarro-Pardo, E., Navarro-Prados, A. B., Gamermann, D., & Moret-Tatay, C. (2013). Differences between young and old university students on a lexical decision task: Evidence through an ex-gaussian approach. *Journal of General Psychology*, 140(4). <https://doi.org/10.1080/00221309.2013.817964>
- Palmer, E. M., Horowitz, T. S., Torralba, A., & Wolfe, J. M. (2011). What Are the Shapes of Response Time Distributions in Visual Search? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37(1), 58–71. <https://doi.org/10.1037/a0020747>
- Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., & Lindeløv, J. K. (2019). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*, 51(1), 195–203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>
- Plant, R. R. (2016). A reminder on millisecond timing accuracy and potential replication failure in computer-based psychology experiments: An open letter. *Behavior Research Methods*, 48(1), 408–411. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0577-0>
- Rushkin, I., Chuang, I., & Tingley, D. (2019). Modelling and Using Response Times in Online Courses. *Journal of Learning Analytics*, 6(3), 76–89. <https://doi.org/10.18608/jla.2019.63.10>
- Toda, H. (2017). *Original article Evaluation of time-preciseness in low-cost Android tablets for psychophysical studies.* 25–31.
- Yan, J. H. (2010). Cognitive styles affect choice response time and accuracy. *Personality and Individual Differences*, 48(6), 747–751. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.01.021>

Proyecto PIME para la certificación de competencias digitales en hoja de cálculo y software estadístico en la titulación de Grado en ADE

Eva Vallada^a, Ana Debón^a, Javier Ribal^a, Vicente Chirivella^a, Roberto Cervelló^a, Consuelo Calafat^a, M^a del Mar Marín^a, Eugenia Babiloni^a, Amparo Baviera^a y Hanna Skorczyńska^a

^aFacultad de Administración y Dirección de Empresas. Universitat Politècnica de València.
evallada@eio.upv.es; andeau@eio.upv.es; frarisan@upv.es; vchirive@eio.upv.es;
rocerro@esp.upv.es; macamar3@esp.upv.es; mmarins@esp.upv.es; mabagri@doe.upv.es;
ambapui@upv.es; hskorczy@idm.upv.es.

Abstract

The institutional project of the Faculty of Business Administration and Management called "Certification of digital skills in spreadsheets and statistical software in the Degree in Business Administration" aims to assess the level of acquisition of skills related to the most used computer programs in this degree. For this purpose, a rubric has been designed. It measures the acquired skills and students' proficiency in the use of the mentioned software programs.

Keywords: Excel, statistics software, rubric, certification.

Resumen

El proyecto institucional de la Facultad de Administración y Dirección de Empresas denominado "Certificación de competencias digitales en hoja de cálculo y software estadístico en la titulación Grado en ADE" tiene como objetivo evaluar el nivel de adquisición de competencias relacionadas con los programas informáticos más utilizados en el Grado en ADE. Para ello se ha realizado una rúbrica para determinar el nivel adquirido y el grado de manejo de los programas que utilizan durante sus estudios.

Palabras clave: Excel, programas estadísticos, rúbrica, certificación.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el marco académico actual, es necesario adaptar las metodologías docentes a lo que el mercado laboral realmente exige y necesita. En este contexto, los empleadores esperan mucho más que una formación académica por parte de los egresados, siendo fundamentales competencias y capacidades como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva tanto oral como escrita o las competencias digitales, relacionadas principalmente con el uso avanzado de programas informáticos (Cappelli, 2014).

La formación por competencias se le presenta a las universidades como un gran reto a introducir en la sociedad del conocimiento. La enseñanza debe orientarse al desarrollo de habilidades muy variadas que faculten a los egresados a adaptarse fácilmente a las exigencias cambiantes del actual entorno globalizado. Esta situación provoca diferencias en la valoración de las competencias que permitan realizar un ranking de éstas. Autores como Freire et al (2012) concluyen que las capacidades de aprender, aplicar conocimientos a la práctica, la motivación para alcanzar las metas, la adaptación a las nuevas situaciones y la habilidad para trabajar de forma independiente, aseguran a los egresados una probabilidad alta de introducirse en el mercado laboral y mantenerse activo en el mismo.

En esta línea, la Universitat Politècnica de València (UPV), y particularmente el Instituto de Ciencias de la Educación de la propia UPV, han apostado por una enseñanza basada en competencias, desarrollando un proyecto común para todas las titulaciones impartidas en ella. En dicho proyecto institucional ([Competencias Transversales UPV](#)), se han definido 13 Competencias Transversales introduciéndolas en todos los grados y másteres de la UPV, siendo necesario el aprendizaje y evaluación continua de todas ellas. El objetivo general del proyecto PIME asociado a este trabajo es certificar el grado de competencia en hoja de cálculo Excel y en programas estadísticos del estudiantado del Grado de Administración y Dirección de Empresas (GADE) en la Facultad de ADE de la UPV. De esta manera los egresados y egresadas de la UPV contarán con un factor diferencial ventajoso respecto a los de otras universidades, siendo visible para los empleadores la adquisición de estas competencias digitales.

Para conseguir el objetivo general del proyecto PIME ha sido necesario recopilar primero toda la información relacionada con el uso de software en dos itinerarios: Excel y Estadística. Una vez recopilada toda la información referente a las asignaturas que hacen uso de alguno de estos programas informáticos, se procedió a elaborar rúbricas para medir el conocimiento alcanzado por el estudiantado en cada uno. El objetivo principal de este trabajo es presentar las rúbricas y algunos resultados obtenidos a partir de las mismas cumplimentadas por el profesorado de las asignaturas implicadas.

METODOLOGÍA

En los 4 cursos de duración que tiene el GADE encontramos un total de 18 asignaturas donde se utiliza Excel: 4 de ellas en primer curso, 4 en segundo, 5 en tercero y 5 en cuarto, el detalle puede encontrarse en un trabajo anterior de Baviera-Puig et al. (2021). En cuanto al itinerario de Estadística, encontramos 4 asignaturas a lo largo del GADE (1 en primero, 2 en segundo y 1 en cuarto). Inicialmente se realizaron rúbricas para los dos itinerarios (Excel y Estadística), pero debido a que Excel es la más utilizada y transversal, presente en todos los cursos del GADE solo se implicó a profesores y expertos para cumplimentar la relacionada con la herramienta Excel. En el caso del itinerario de Estadística se utilizan tres programas informáticos a lo largo del GADE: Gretl, Statgraphics y R, según las necesidades específicas de los contenidos de las diferentes asignaturas. A las reuniones del equipo de trabajo para la realización de la rúbrica asistieron profesores relacionados con las 4 asignaturas donde se

utilizan los programas estadísticos, por lo que se asume que el nivel de adquisición de todos los ítems considerados es Bueno o Excelente.

A modo de ejemplo, en la Tabla 1 se muestra la rúbrica preparada para Statgraphics, uno de los programas estadísticos utilizados en el itinerario de Estadística. La rúbrica consiste en evaluar distintas funcionalidades del programa en la escala No Alcanzado (N/A), En Desarrollo (E/D), Bueno (BU) y Excelente (EX).

Tabla 1. Rúbrica para Statgraphics (itinerario Estadística).

Instalación y configuración		N/A	E/D	BU	EX
Instalar STATGRAPHICS	Buscar STATGRAPHICS CENTURION, en su última versión (XVI), en el repositorio de la UPV, instalar STATGRAPHICS.				
Configurar STATGRAPHICS	Configurar el programa en general, configurar opciones de cálculo, configura la presentación en texto, configurar la presentación de gráficos				
Apertura e importación / Guardado y exportación de ficheros de datos		N/A	E/D	BU	EX
Abrir un fichero de datos	Abrir un fichero de datos con formato propio de STATGRAPHICS (sgd)				
Importar un fichero de datos	Importar un fichero de datos por formato de Excel, xlx o xlxs, importar fichero con datos en formato de texto, csv o ascii, importar datos en xml, importar datos en formato de otros programas estadísticos como sav.				
Guardar un fichero de datos	Guardar un fichero de datos con formato de STATGRAPHICS (sgd) o archivo de texto como StatReporter (rtf) o los análisis como StatFolio (sgd)				
Exportar un fichero de datos	Exportar un fichero de datos, con formato Excel, de texto csv o txt, o xml				
Creación y manejo de variables		N/A	E/D	BU	EX
Creación	Crear variables y asignar su tipo, crear nuevas variables a partir de otras, utilizando distintas funciones				
Modificación	Modificar una variable con transformaciones matemáticas sencillas, cuadrados, logaritmos, retardos, diferenciación, establecer rangos, codificar				
Edición	Modificar el contenido de las variables con el editor de datos				
Uso del portapapeles y guardado de tablas y gráficos		N/A	E/D	BU	EX
Guardado de texto y gráficos	Guardar los análisis mediante un archivo de texto mediante el StatReporter Guardar un gráfico en su formato: wmf, png, bmp, gif, jpg. Guardar gráficos como StatGallery (sgg)				

RESULTADOS

En el itinerario de Estadística, como se ha comentado anteriormente, se considera que el nivel de adquisición que obtienen los alumnos es Bueno o Excelente. Por ello, los resultados se han centrado en la herramienta Excel, por su extendido uso en el GADE a lo largo de todos los cursos.

En la Tabla 2 se muestra la rúbrica y el resumen de los niveles de adquisición de la herramienta Excel según los responsables de las asignaturas que han cumplimentado la rúbrica. En concreto la rúbrica la han rellenado 4 asignaturas de primer curso, 3 de segundo curso, 4 de tercer curso y 2 optativas de cuarto curso. En la Tabla 2 se puede observar marcada con una

“X” la columna correspondiente al nivel adquirido por los estudiantes al finalizar el grado teniendo en cuenta las respuestas aportadas por los responsables de las asignaturas. Por ejemplo, para la primera fila que corresponde a la funcionalidad “Crear hojas de cálculo/libros e importar datos”, se considera que al finalizar el grado los estudiantes tienen un nivel de adquisición Excelente (EX).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con la rúbrica correspondiente a la herramienta Excel y considerando que se utiliza en todos los cursos del grado, se considera necesario hacer reuniones de coordinación con las asignaturas que utilizan Excel para conocer el nivel de adquisición que los profesores consideran que tienen los estudiantes a medida que avanzan en el grado. De esta manera una asignatura, por ejemplo, de tercer curso, contará con la información correspondiente al grado de adquisición en primero y segundo para abordar el uso y aprendizaje de la herramienta Excel de una manera más eficiente.

Tabla 2. Resumen de niveles adquiridos en Excel para asignaturas del grado en ADE.

Opciones hojas de cálculo		N/A	E/D	BU	EX
Crear hojas de cálculo/libros e Importar datos	Hojas/Libros nuevos Importar datos desde extensiones: txt, csv y bases de datos				X
Formatear hojas y libros	Modificar página de impresión Ajustar altura de filas y ancho de columnas Personalizar cabeceras y pies de página			X	
Personalizar opciones y vistas en hojas de cálculo y libros	Modificar vistas las vistas del libro y ventana Inmovilizar filas y columnas Mostrar u ocultar hojas Mostrar u ocultar columnas y filas Personalizar la barra de herramientas Modificar propiedades del documento			X	
Manejo de datos		N/A	E/D	BU	EX
Insertar datos en celdas e intervalos	Reemplazar datos Cortar, copiar o pegar datos Pegar datos con las opciones de pegado especial Autorelleno automático Insertar y eliminar celdas				X
Formato de celdas y rangos	Combinar celdas Modificar alineación y orientación Copiar y pegar formato Ajustar texto a celda Aplicar formatos de número			X	
Manejar rangos, filtros y resumir visualmente	Definir y nombrar rangos Insertar bordes de celda Aplicar formato condicional Quitar formato condicional Filtrar datos. Ordenar datos por múltiples columnas				X
Insertar referencias, cálculo y transformación de datos, formateo y modificación de texto		N/A	E/D	BU	EX

Insertar referencias (\$)	Insertar referencia relativa, absoluta o mixta			X	
Calcular y transformar datos	Operaciones con funciones PROMEDIO(), MAX(), MIN(), SUMA(), SUMAPRODUCTO() Contar celdas CONTAR(), CONTARA() Operaciones condicionales con SI(), SUMAR.SI(), CONTAR.SI()				X
Formatear y modificar texto	Funciones IZQUIERDA(), DERECHA(), EXTRAER(), CONCATENAR()		X		
Fórmulas avanzadas	Funciones anidadas Búsqueda de datos: BUSCARV(), BUSCARH, INDICE(), COINCIDIR() Funciones financieras Buscar objetivo Solver Opensolver Funciones matriciales				X
Crear gráficos, tablas y uso de macros		N/A	E/D	BU	EX
Crear, modificar y formatear gráficos	Crear gráficos Añadir series Añadir y modificar elementos (títulos, grids, ejes,...) Aplicar estilos			X	
Creación de Tablas	Creación de tablas dinámicas Modificar selecciones y opciones Agrupar Calcular campos Relaciones entre tablas		X		
Macros	Creación y uso de macros		X		

CONCLUSIONES

Las competencias digitales son imprescindibles en la formación de los estudiantes universitarios de hoy en día. El presente trabajo ha servido, en primer lugar, para realizar un inventario de todas las herramientas informáticas que se utilizan durante todo el GADE de la UPV. En segundo lugar, ha servido para evaluar el nivel de adquisición obtenido en los programas informáticos más utilizados a lo largo del grado. Además, se han creado rúbricas para dos itinerarios de herramientas informáticas: Excel y Estadística. Se ha trabajado con profesores de asignaturas de ambos itinerarios, obteniendo como resultado un resumen del nivel de adquisición del estudiantado.

Como siguientes pasos a implementar debemos mejorar la coordinación entre asignaturas que utilizan la misma herramienta informática e iniciar el reconocimiento, tanto en el expediente como por parte de los empleadores, de las habilidades adquiridas por el estudiantado. Con todo ello se espera dotar a los egresados del GADE de la UPV de un factor diferencial respecto a otras titulaciones similares de otras universidades.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer a todo el profesorado de la FADE que ha colaborado cumplimentando las rúbricas de los programas informáticos evaluados. Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME/21-22/272) de la convocatoria Aprendizaje + Docencia de la Universitat Politècnica de València de título **“Certificación de competencias digitales en hoja de cálculo y software estadístico en la titulación Grado en ADE”**.

REFERENCIAS

Baviera Puig, M. A., Babiloni Griñón, M. E., Debón Aucejo, A. M., Marín Sánchez, M. D. M., Puertas Medina, R. M., Ribal Sanchis, F. J. y Vallada Regalado, E. (2021, April). Inventario de talento informático en GADE y GGAP. *IN-RED 2020: VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*, 1025-1033. Editorial Universitat Politècnica de València.

Cappelli, P. (2014). Skill gaps, skill shortages and skill mismatches: Evidence for the US (No. w20382). *National Bureau of Economic Research*.

Freire, M., Tejeiro, M. y Pais, C. (2011). Políticas educativas y empleabilidad: ¿cuáles son las competencias más influyentes? *Education Policy Analysis Archives*, 19 (28), 1-24.

Propuesta de Metodología de Diseño dentro del Marco Emocional del Diseño de Producto

Miriam Espurz Pirla^a y Adelina Bolta Escolano^b

^aGrado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Escuela técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID). Universitat Politècnica de València (UPV). mesppir@etsid.upv.es. ^bDpto. de Proyectos de Ingeniería. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Universitat Politècnica de València (UPV). abolta@dpi.upv.es

Abstract

In today's globalized market, competition between products with highly developed functional features and adjusted cost, requires a substantial differentiation in order to get a successful product. The incorporation of the intangible elements of design within product development, such as affective design, will largely determine their success. An alternative methodology will be proposed that aims to study the interests of the consumer, analyzing their emotions.

Keywords: Design methodology; Emotional design; Usability; User satisfaction.

Resumen

En el mercado globalizado actual, la competencia entre productos con prestaciones funcionales muy desarrolladas y costes muy ajustados, exige una diferenciación sustancial para que un producto sea exitoso. La incorporación de los elementos intangibles del diseño dentro del desarrollo de producto, determinará en gran medida el éxito de los mismos. En este análisis se propone una metodología alternativa que pretende estudiar los intereses del consumidor, analizando las emociones.

Palabras clave: Diseño emocional; Metodología de diseño; Satisfacción de uso; Usabilidad.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Numerosos estudios han surgido de manera exponencial en los últimos años considerando la relación existente entre las emociones y las características de los objetos. Uno de los autores más conocidos en este campo, Donald Norman, explica el por qué deseamos u odiamos un objeto, un proceso que va en función de tres niveles cognitivos: Visceral, conductual y reflexivo. (Norman, D., 2005). Gracias a estos estudios, se ha podido aumentar el conocimiento sobre que parámetros y consideraciones hay que incidir a la hora de diseñar un producto, espacio o servicio para obtener así una diferenciación individual y generar un atractivo por parte del consumidor.

1.1. Contexto

Según Donald Norman, “Los objetos atractivos funcionan mejor: su carácter atractivo produce emociones positivas, hace que los procesos mentales sean más creativos, más tolerantes respecto a las dificultades menores” (Norman, 2005). Aunque generalmente no se tenga consciencia de ello, lo que se percibe a través de los ojos, influye decididamente en el estado de ánimo, en el bienestar, al igual que ocurre con lo que se percibe por el resto de los sentidos. Estamos hablando de funcionalidad sensorial, algo que cobra mucha importancia y sobre lo que los diseñadores llevamos años trabajando para desarrollar productos que ofrecen algo más allá de su función convencional, un valor diferencial que nos reporta, en definitiva, incrementar nuestra calidad de vida. La distinción entre necesidad y deseo, entre “lo que se necesita” y “lo que se quiere” es un modo tradicional de describir las diferencias entre lo que es realmente necesario para que una persona lleve a cabo sus actividades (necesidad) frente a lo que una persona pediría para realizarlas (deseo). Los diseñadores de productos saben que, cuando lo que está en juego es determinar el éxito que puede tener un producto, aquello que echamos en falta puede ser a veces mucho más fuerte que las necesidades (Norman, 2005). A todo ello se une un consumidor cada vez más informado y, por ende, más exigente, respecto a las funcionalidades del producto que quiere adquirir: calidad, estética, características técnicas, ecología, etc. Por si fuera poco, todas estas funcionalidades tienen que proveerse de la manera más económica posible y con unos ciclos de desarrollo cada vez más reducidos.

1.2. Objetivos

El objeto esencial del presente trabajo es desarrollar una propuesta metodológica de diseño de producto donde se ofrecen métodos específicos para conseguir los objetivos definidos, especialmente diseñada y adaptada para su implementación en el ámbito académico dentro del diseño y desarrollo de producto. De la misma forma, este trabajo pretende demostrar la influencia de la percepción sensorial sobre las emociones del observador, y, por tanto, sobre la respuesta y comportamiento del mismo bajo esta percepción. Para ello, debemos entender cómo los objetos influyen en nuestras emociones, máxime cuando vivimos en una sociedad de consumo condicionada por el influjo y la capacidad de persuasión del marketing, que afecta a la percepción emocional de manera incremental (tanto a nivel impulsivo como reflexivo).

METODOLOGÍA

Haciendo un breve recorrido por el panorama del diseño emocional, existen distintos investigadores que han ido implementando los valores perceptivos y emocionales en sus metodologías para el diseño de productos y/o servicios. Charles Osgood, desarrolló en 1957 el método del “Diferencial Semántico”, en el que se cuantificaba mediante adjetivos las percepciones de los objetos. Años más tarde, Shigeru Mizuno y Yoji Akao desarrollarían una metodología con enfoque ingenieril para conectar las necesidades del usuario a las propiedades de los objetos, con el método llamado Despliegue de la Función de la Calidad (QFD, Quality Function Deployment). Recién entrado el actual siglo, en 2002, con la llegada de las nuevas tecnologías, Pieter Desmet, desarrolló una herramienta digital que permitía medir la respuesta emocional no verbal frente a diversos estímulos presentados a través de figuras

animadas (PrEmo). Por último, el creador de la Ingeniería Kansei, uno de los principales exponentes proveniente del área de Ingeniería, el Doctor Mitsuo Nagamachi, quien hasta hoy realiza investigaciones en el campo de las emociones y cómo estas pueden ser cuantificadas y aplicadas al diseño de productos.

En la actualidad se conocen metodologías a las que se le llama “centradas en el usuario”, “centradas en la voz del cliente”, pero no dejan de plantearse desde un punto de vista del consumidor y no de la persona. Esto es, se estudian las necesidades directas que el consumidor cree tener y no desde las percepciones que este experimenta a través de distintas propiedades de los productos. Una de las metodologías más incipientes dentro de esta tipología es la conocida como Design Thinking.

2.1 Propuesta metodológica

Para el desarrollo de la metodología partimos de la ya existente y cada vez más aplicada y reconocida en el ámbito del diseño de producto: Design Thinking, basada en los fundamentos del diseño centrado en el usuario, dado que como fase de inicio se establece la fase de “Empatizar”, en la cual se estudia con detalle las necesidades del consumidor, así como el contexto social y cultural del mismo.

En esta fase se establecen los objetivos marcados por el consumidor y por el diseñador, aúnan información relevante en una primera etapa divergente, para luego poder convertir esos objetivos en especificaciones y/o restricciones de diseño en una segunda fase de definición, elaborando un listado de las mismas en la etapa convergente que nos llevará a la posterior fase de ideación, prototipado y testeo, donde el equipo de diseño deberá valorar el resultado del mismo, evaluando si se han alcanzado los objetivos planteados por el consumidor.

Para implementar el diseño emocional sobre esta metodología, dándole un carácter objetivo, se implementan los métodos de Diferencial Semántico (Osgood et al., 1976) y Casa de la Calidad (Rojas, 2009). De esta forma, según se muestra en el esquema de la figura 1, se establece una metodología para el diseño de producto, abordando las fases de creación conceptual y desarrollo, según criterios emocionales, perceptivos y sensoriales.

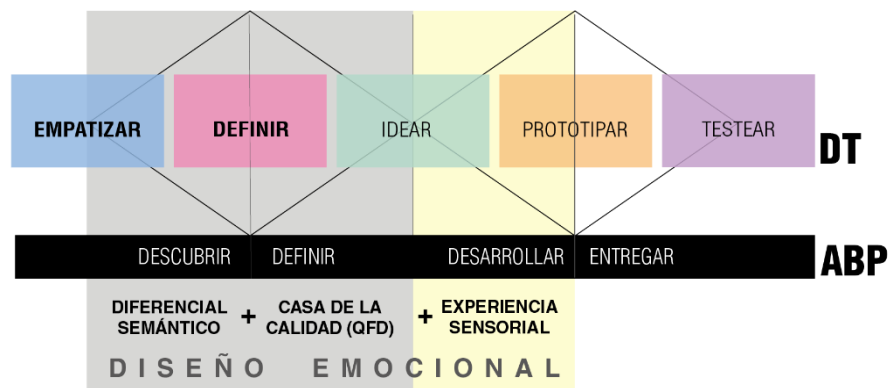


Fig. 1. Inclusión del Diseño Emocional en las fases de Descubrir, Definir y Desarrollo del Diseño de Producto a través del Design Thinking. Fuente de la imagen: elaboración propia.

2.2 Diseño de las fases de la propuesta metodológica

Para proceder al desarrollo del método propuesto se debe presentar el producto en cuestión que quiere ser rediseñado frente a otros modelos para generar una valoración a través de la comparativa, serán los productos externos al planteado quienes marquen bajo la voz del cliente, las carencias del producto que debe ser rediseñado. Definimos el arquetipo de usuario al que vamos a dirigirnos, sobre el que habrá que estudiar su contexto y condicionantes para poder encontrar soluciones que estén conectadas a las necesidades y deseos en un sentido dimensional amplio. El número de usuarios a analizar dependerá del producto a diseñar. Existen muchas técnicas para poder llevar a cabo esta fase, no obstante, nos centraremos en la entrevista, la observación y el Focus Group por su relevancia y conveniencia para el lanzamiento de un nuevo producto.

La selección de los objetos de estudio vendrá condicionada por valores en los que los usuarios hayan mostrado mayor interés, observando un mayor énfasis sobre los mismos se conseguirá mayor precisión en las necesidades. Una vez expuestos los productos de la competencia junto al objeto a rediseñar se procederá a una valoración en los tres tipos de procesamiento emocional que según Norman se rige nuestra mente: visceral-conductual-reflexivo, de esta forma se realiza la valoración según la VISTA, el USO y el VALOR (Norman, 2005).



Figura 2: Propuesta metodológica para el análisis de la voz del cliente. Fuente de la imagen: elaboración propia.

Lista de los QUÉS. La lista de los QUÉS debe incluir los aspectos que los usuarios van a esperar del producto. Es aquí donde se listan los adjetivos que han valorado los usuarios en las encuestas. Este punto no es discriminativo, ya que posteriormente se irán descartando los QUÉS menos relevantes.

Análisis de los QUÉS. Es en esta parte donde se integrará la metodología del Diferencial Semántico para poder valorar los adjetivos propuestos y la importancia que estos tienen para el usuario.

Valoración de los QUÉS. Es aquí donde se expondrá a cada encuestado a la experiencia del producto, así como a otros modelos de la competencia. En un primer punto se valorará su impresión a primera vista (VISCERAL), pasado un tiempo se evaluará de nuevo en base a la observación y el uso y/o estudio de las características y funciones (CONDUCTUAL). Por último, se presentan los productos, marcas y valores económicos y se formula la pregunta ¿Cuál de ellos le gustaría disponer? (REFLEXIVO).

Evaluación. El usuario debe de nuevo valorar el prototipo según se hizo en la fase anterior, pero esta vez comparando el nuevo producto diseñado con los de la competencia y analizando si realmente se han cumplido los valores meta establecidos.

Atendiendo a la metodología propuesta, la cual como ya se ha comentado está fundamentada en los principios metodológicos de la matriz del despliegue de la función de la calidad, se elaborará la matriz expuesta en la Figura 3, y dará como resultado un porcentaje que hace referencia a la importancia que los usuarios dan a las características propuestas, atendiendo a los tres niveles de procesamiento emocional.

DIFERENCIAL SEMÁNTICO (DS)	VISTA			USO			VALOR			A	B	C	D	E	F	G	H	I
	O	C ¹	C ²	O	C ¹	C ²	O	C ¹	C ²									
K ₁																		
K ₂																		
K ₃																		
K ₄																		
K ₅																		
K ₆																		
K ₇																		
K ₈																		
K ₉																		
K ₁₀																		
																		100

Figura 3: Matriz de la propuesta metodológica para el análisis de la voz del cliente. Fuente de la imagen: elaboración propia.

- Paso 1. Enumeración de las características propuestas por la muestra.
- Paso 2. Aplicación del método del Diferencial Semántico, puntuando cada par de adjetivos antagónicos en la escala propuesta (columna A: media aritmética).
- Paso 3. Valorización de los productos mediante comparación. Las medias aritméticas de las valoraciones quedarán reflejadas en las columnas B, C, D de la zona de evaluación.
- Paso 4. Valor Meta, columna E. Es en esta sección donde el equipo de diseño debe establecer un valor a alcanzar con el diseño final.
- Paso 5. Ratio de mejora (columna F). La ratio de mejora se obtendrá dividiendo el valor meta entre los valores que han dado los usuarios sobre el producto, esto es columna E/columna B.
- Paso 6. En esta columna (columna G), el diseñador y/o equipo de diseño, otorga un valor numérico a la importancia que debería tener la característica representada por los usuarios como aspecto de venta, los que se representarán en una escala de tres niveles. Poco importante (1), importante (1.2), muy importante (1.5).
- Paso 7. Peso Absoluto (columna H). $\text{Peso absoluto} = \text{Columna A} * \text{Columna F} * \text{Columna G}$.
- Paso 8. Peso Relativo. (Columna I). Representamos el porcentaje equivalente.

RESULTADOS

Como modelo de análisis y optimización de la nueva metodología propuesta se estudió el diseño de uno de los elementos del baño que más relación tiene con las emociones por su presencia y uso: la bañera, elemento destinado principalmente al relax y bienestar del usuario, anteponiendo el deseo frente a la necesidad en el proceso de decisión de compra. Tras una encuesta de valoración del nuevo diseño, a un número significativo de usuarios, se llegó a un

resultado de éxito de un 70%, esto es, el nuevo producto consiguió llegar a un 70% de los valores meta propuestos.

CONCLUSIONES

Las emociones y las percepciones sensoriales son aspectos clave en multitud de ámbitos de la vida, influyen de manera decisiva en nuestro estado de ánimo, en nuestra capacidad cognitiva y son responsables de los impulsos hacia determinadas acciones o comportamientos.

El trabajo que se plantea se centra en una propuesta metodológica para su aplicación en el ámbito educativo dentro del diseño de producto, basada en la percepción y expresión de los distintos estímulos sensoriales, y en el control y objetivación de lo que en esencia es eminentemente subjetivo. El “qualia” de cada individuo esta, en principio, sujeto a la subjetividad de la percepción de cada cerebro. Sin embargo, es necesario diseñar y desarrollar un método para su objetivación y procesamiento, para poder manejar los parámetros que condicionan la percepción sensorial y sacar provecho de ello en el proceso de diseño. En las fases de desarrollo planteadas subyace la aplicación de una metodología formada por la integración compatible y complementaria de varios procesos creativos que se enriquecen con su implementación conjunta y secuenciada.

Este trabajo pretende proveer de una herramienta útil para posibilitar el fin último de todo diseñador industrial: diseñar objetos que propicien individuos felices que a su vez conformen sociedades mejores. Este foco da sentido a toda nuestra propuesta en lo relativo al aspecto emocional para mejorar el diseño de producto en lo esencial.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera mostrar mis agradecimientos a todas aquellas personas e instituciones que de un modo u otro han influido o han hecho posible que este trabajo se haya llevado a cabo en el tiempo y forma resultantes. En primer lugar, agradecer a los profesores de la Universidad Politécnica de Valencia Adelina Bolta Escolano y José Ignacio Sirvent Mira por su implicación y buena dirección. A la catedrática de la Universitat Jaume I, María Rosario Vidal Nadal, por inculcarme la pasión por las metodologías de diseño. Por último, quiero agradecer a mi familia por su apoyo y comprensión durante el desarrollo del trabajo.

REFERENCIAS

- Norman, D. A. (2005). *El Diseño Emocional. Por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos*. Paidós.
- Desmet, P. (2002). *Designing Emotions. KI - Künstliche Intelligenz*. <https://doi.org/10.1007/s13218-011-0110-2>
- Namagachi, M. (2005). *Kansei/Affective Engineering*.
- Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1976). *La medida del significado*, (pp. 1-20).
- Rojas, P. A. R. (2009). *Despliegue De La Función Calidad (Qfd)*.
- Design Thinking España. *Fases del Proceso*. <https://xn--designthinkingespaa-d4b.com/fases-del-proceso-de-design-thinking> (Consulta: 4 de marzo 2022).

Diseño de convertidores DC/DC bajo metodología ABP

Luis D. Sánchez^a, Juanjo Cabezas^b, Eduardo Roses^c y Antonio Ortega^d

^alsanchez@florida-uni.es , ^bjcabezas@florida-uni.es , ^ceroses@florida-uni.es y ^daortega@florida-uni.es

^{a,b,c,d}Florida Centro de Formación, C/Rei En Jaume I, nº 2, 46470, Catarroja, Valencia.

Abstract

Over the last years, there has been a progressive trend towards competence-based learning (CBL) in universities. In this context, students have developed a large number of projects based on the project-based learning methodology (PBL). This article aims to highlight the application of CBL through the development of technological projects. Specifically, it will focus on the development of converters in the Industrial Electronics and Automation Engineering degree.

Keywords: project-based learning, competency development, soft skills, teamwork, challenge-based learning.

Resumen

Durante los últimos años, las universidades han mostrado una tendencia hacia el aprendizaje basado en competencias. Por ello, los estudiantes han desarrollado numerosos proyectos basados en la metodología de aprendizaje por proyectos (ABP). Este artículo pretende destacar la aplicación del aprendizaje basado en competencias mediante la metodología ABP. En concreto, se va a detallar el desarrollo de convertidores conmutados en el grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, desarrollo competencial, trabajo en equipo, habilidades blandas, aprendizaje por retos.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo de este artículo se centra en demostrar la utilidad del desarrollo de proyectos tecnológicos, en el contexto de aplicación de la metodología ABP, para el desarrollo competencial del alumnado. Concretamente, se desea valorar la adquisición de múltiples competencias transversales, también conocidas como soft skills, tales como el trabajo en equipo, la iniciativa, innovación y creatividad, la comunicación, la resolución de conflictos, el liderazgo, la gestión de equipos, el aprendizaje permanente y la gestión de proyectos. La forma más directa de validar el grado de adquisición de las competencias, a partir del desarrollo de proyectos tecnológicos, es mediante la realización de encuestas al alumnado. De esta forma, es el propio alumnado quien proporciona la información clave para que se pueda valorar si la metodología ABP tiene un impacto relevante sobre algunos ítems, relacionados con las competencias a adquirir, tales como la mejora de la formación o el desarrollo de competencias

y aptitudes necesarios para el futuro profesional entre otras. Es decir, las encuestas permiten constatar como el propio alumnado, percibe y siente que el desarrollo de proyectos tecnológicos, como metodología para el aprendizaje, funciona para desarrollar, no sólo competencias académicas sino también competencias del ámbito profesional.

La aplicación de la metodología ABP supone un cambio de paradigma para la mayoría de centros educativos universitarios puesto que implica adaptar el modelo educativo a la metodología de aprendizaje ABP. En este sentido, Florida Universitaria, lleva desde el curso 2011-12 articulando su modelo educativo entorno a dicha metodología. Concretamente, la metodología ABP se lleva a cabo mediante la realización de proyectos integrados (PI) que incitan al alumnado a proponer, de forma grupal, soluciones a problemas técnicos o a necesidades reales mediante la aplicación directa de los contenidos de las diferentes materias.

Para el caso del alumnado de tercer curso de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, la participación en el PI es obligatoria si se dispone de una matrícula superior a treinta créditos. Debido a la alta carga de trabajo (valorado con un 25% de la evaluación de las materias) y dificultad que pueden alcanzar los proyectos, el trabajo se realiza en equipos de 5 a 7 alumnos/as, a lo largo de todo el año académico, bajo la supervisión del coordinador del proyecto y con la colaboración de los diferentes docentes del curso. Dicha participación por parte del equipo docente y la valoración del proyecto integrado para la evaluación de las diferentes materias, implica una planificación coordinada y flexible de las diferentes materias con el objetivo común de establecer, a partir de los contenidos de las materias, los cimientos necesarios para fundamentar la realización del proyecto integrado propuesto.

METODOLOGIA

Como se ha citado anteriormente, en el contexto del PI, se pretende trabajar el desarrollo de múltiples competencias generales, específicas y transversales. Por tanto, la temática del mismo debe constituir un desafío para un alumnado que está desarrollando la fase final de la titulación y que ya tiene los conocimientos necesarios para enfrentarse a la resolución de problemas técnicos de ingeniería como los que se podrían encontrar en un entorno profesional.

Durante los últimos cursos, la temática elegida para el tercer curso de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática ha girado en torno al diseño e implementación de convertidores de continua a continua (DC/DC). Dicha temática aúna los contenidos de las materias, constituye un problema técnico real y de aplicación directa y, además, tiene un grado de dificultad lo suficientemente avanzado para que constituya un verdadero reto para el alumnado.

Existe una amplia variedad de convertidores DC/DC (Qahouq, 2000), así que durante los últimos cursos se han propuestos problemas técnicos cuya solución se basaba en el diseño de convertidores Buck o Boost. Los convertidores Buck, o reductores (Masri 2012), se caracterizan por proporcionar una tensión de salida inferior a la tensión de entrada, mientras que los convertidores de topología Boost o elevadores (Fathabadi, 2016) (Hasaneen, 2008) (Rai, 2016) (Rosas, 2010), se caracterizan por proporcionar una tensión de salida superior a la tensión de entrada. En ambos casos, el control de la tensión de salida se consigue mediante el ajuste del ciclo de trabajo de la señal de disparo de un transistor, así como el propio

funcionamiento de los convertidores se basa en los procesos de carga y descarga de una inductancia.

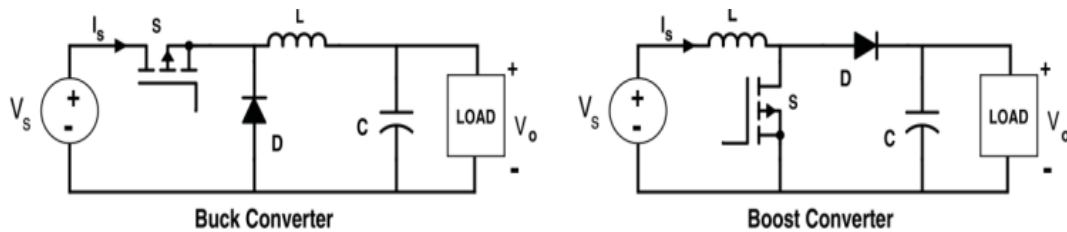


Fig. 1. Esquemas de conexión de las topologías Buck y Boost.

DESARROLLO

Dependiendo del problema propuesto, se enumeran las especificaciones a cumplir por parte de los diseños para configurar el punto de partida de los proyectos. Por ejemplo, durante el curso 20/21 se planteó la necesidad de diseñar un convertidor tipo Boost que proporcionase una tensión de salida estable de 36V a partir de una tensión de entrada que podía variar entre 11 y 14V. Además, también se indicaron el resto de especificaciones a cumplir por el convertidor para mantener el modo de conducción continua, tales como una frecuencia de conmutación de 100kHz, una resistencia mínima de carga de 12 ohmios, un rizado de corriente máximo admisible en la bobina del 20% del valor medio de corriente en la bobina en condiciones de plena carga y un rizado de tensión máximo admisible en la salida del 4% de la tensión de salida. Por el contrario, durante el curso 21/22, se ha optado por proponer el diseño de un convertidor Buck que debe convertir una tensión de entrada de 24V en una tensión de salida de 12V para alimentar una carga que consume 400mA.

Tabla 1. Resumen de las especificaciones principales de los convertidores para los cursos 20/21 y 21/22.

Curso	Tensión de entrada (V)	Tensión de salida (V)	Rizado máximo de tensión de salida (%)	Frecuencia de conmutación (kHz)
2020-2021	11-14	36	4	100
2021-2022	24	12	5	30

En ambos cursos, se planteó la necesidad de acompañar al propio convertidor de un circuito de control realimentado que adaptase el ciclo de trabajo de la señal de disparo del transistor para compensar las variaciones de la tensión de entrada o de la carga, con el objetivo de mantener la tensión de salida al valor deseado y las especificaciones dentro del rango considerado como admisible.

De este modo, partiendo de las especificaciones iniciales, los equipos trabajan de acuerdo a una planificación dividida en los dos semestres del curso. El primer semestre se dedica principalmente al diseño y simulación del convertidor según las especificaciones iniciales

propuestas por el profesorado. En esta etapa, se aplican especialmente los contenidos adquiridos mediante las asignaturas “Electrónica de Potencia” (aporta las bases necesarias para el diseño y simulación del convertidor), “Técnicas de Control” (proporciona los contenidos relativos al diseño del regulador) e “Informática Industrial I” (fundamenta la implementación del firmware del regulador). El segundo semestre, se destina a la implementación física del convertidor. Para ello, los diferentes grupos deben encargarse, en primer lugar, de buscar y adquirir los elementos necesarios a partir de los catálogos o páginas web de los principales distribuidores de componentes electrónicos. A continuación, centran sus esfuerzos en el desarrollo de una PCB para su posterior envío a fabricación. Una vez recibida la PCB, los grupos trabajan en la integración de los componentes adquiridos sobre la misma para después proceder con la caracterización experimental y la validación de las especificaciones iniciales. En esta etapa intervienen numerosas asignaturas del segundo semestre tales como “Instrumentación Electrónica” (aporta los conocimientos necesarios para el diseño de los sistemas de monitorización y acondicionamiento de señales analógicas de control del convertidor) e “Informática Industrial II” (se encarga de la conversión analógico digital de las señales de control y de la comunicación entre dispositivos digitales).

En cuanto a la temporalización de ambas etapas, el trabajo se concentra principalmente en las dos últimas semanas de cada semestre. Durante dichas semanas, los equipos acuden al laboratorio en un horario flexible, encontrando allí al profesorado que les ayuda con las dudas técnicas y tutoriza el desarrollo de la actividad. De todos modos, cabe destacar que, aunque la mayor parte de la dedicación al proyecto se concentre en dichas semanas, durante el resto del curso, el alumnado realiza un conjunto de seminarios adicionales con el objetivo de complementar los conocimientos técnicos previos necesarios para la consecución exitosa del proyecto integrado. Entre los diferentes seminarios, cabe destacar aquellos relativos al diseño y prototipado de circuitos electrónicos, talleres de soldadura SMD, sesiones acerca del filtrado y procesado de señal, así como las jornadas dedicadas al modelizado de la etapa de control de los convertidores electrónicos de potencia.

Finalmente, el objetivo de cada grupo no es sólo proporcionar un convertidor funcional, que respete las especificaciones, sino también la documentación técnica que describa las diferentes etapas de diseño, simulación y montaje, la justificación de las decisiones tomadas y las soluciones adoptadas. Además, los grupos realizan una exposición y defensa de su solución frente a un tribunal evaluador, al cual justifican la solución implementada y realizan una demostración del funcionamiento del convertidor.

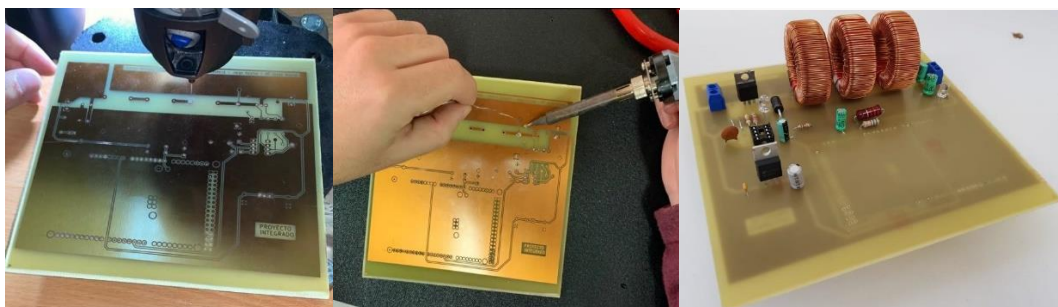


Fig.2. Imágenes del proceso de fabricación del convertidor Buck.

RESULTADOS

Tal y como se expuso al principio del presente artículo, el objetivo de este artículo se centra en valorar la utilidad de la metodología ABP para promover el desarrollo competencial del alumnado. La mayor fuente de resultados para valorar este supuesto, proviene de las propias experiencias y opiniones del alumnado que desarrolla los proyectos. De este modo, mediante las encuestas realizadas durante los últimos años se han podido extraer conclusiones relevantes. Desde el curso 2019, el alumnado ha valorado que la metodología de aprendizaje ligada a desarrollo de proyectos tecnológicos ha mejorado su formación, así como las competencias y aptitudes necesarias para su futuro profesional. Destacan, además, que promueve la conexión con el entorno socio económico actual y su desarrollo personal. A continuación, el siguiente gráfico y tabla muestran las valoraciones de los diferentes ítems durante los últimos tres cursos, así como los valores medios.

Tabla 2. Valoraciones de los ítems de evaluación de los cursos 19/20, 20/21 y 21/22.

Ítem	Descripción	19/20	20/21	21/22	Valoración media
1	Mejora tu formación	7,8	9	9,5	8,8
2	Desarrolla las competencias y aptitudes necesarias para tu futuro profesional	7,8	9,5	9	8,7
3	Promueve la conexión con el entorno socio-económico actual	5,4	9	9	7,8
4	Complementa tu desarrollo personal	6,6	9	9	8,1

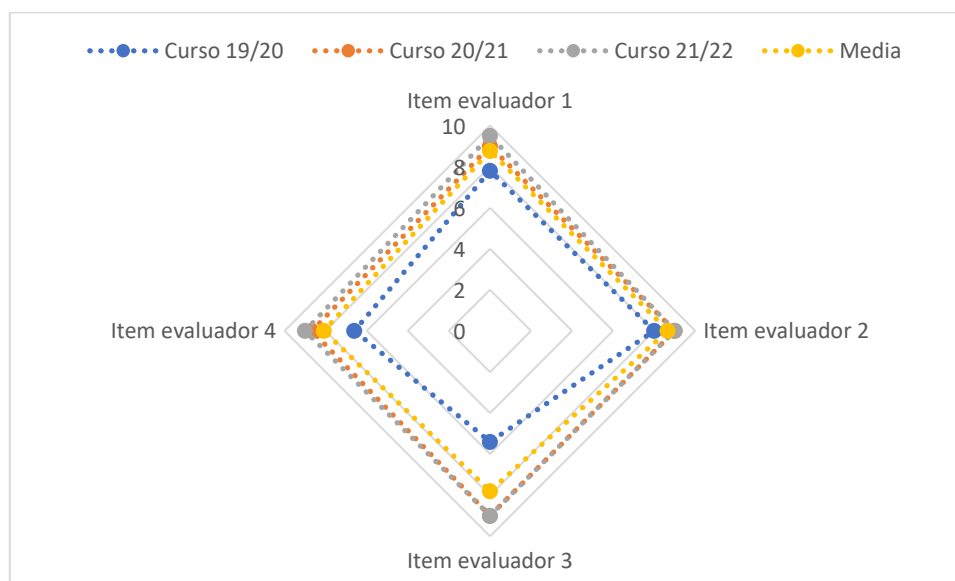


Fig. 2. Gráfica de resultados de valoración de los ítems de evaluación propuestos.

A partir de los datos de la tabla 2 (graficados en la figura 2), se puede apreciar como todos los ítems de valoración han experimentado una tendencia positiva durante los últimos cursos. Especialmente relevantes, han sido las mejoras en los ítems relacionados con la promoción de la conexión con el entorno socio económico actual y su función como complemento del desarrollo personal. En ambos casos, la mejora desde el curso 19/20 al 21/22 se estima por encima del 35%. También es destacable que, para todos los ítems, se obtienen valoraciones medias de los tres cursos académicos entre 7,8 y 8,8, poniendo de manifiesto el alto nivel de satisfacción del alumnado respecto a la adquisición de competencias gracias a la metodología ABP implementada mediante el proyecto integrado.

CONCLUSIONES

Tanto la realización del proyecto integrado como los seminarios, talleres y otro tipo de acciones vinculadas al desarrollo del mismo permiten la adquisición de competencias transversales como el aprendizaje permanente, el trabajo en equipo, la gestión del conflicto a través de la negociación o la toma de decisiones entre muchos otros.

Por tanto, la metodología de aprendizaje basado en proyectos ha demostrado ser una metodología de enseñanza altamente eficaz, en la cual la definición de un reto tecnológico y el trabajo en equipo da lugar a un alto desarrollo competencial que genera satisfacción entre el propio alumnado y ayuda a los docentes en la consecución de todos los objetivos académicos.

REFERENCIAS

- Fathabadi, J., (2016), Novel high efficiency DC/DC boost converter for using in photovoltaic systems, *Solar Energy*, 22-31
- Hasaneen, B. & Mohammed E., (2008), Design and simulation of DC/DC boost converter, *12th International Middle-East Power System Conference*, 335-340.
- Masri S., Mohamad N. & Hariri M. (2012), Design and development of DC-DC buck converter for photovoltaic application, *International Conference on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE)*, 1-5
- Rai, J., Gupta, N. & Bansal P., (2016), Design and analysis of DC-DC Boost converter, *International Journal of Advance Research and Innovation*, 499-502
- [Rosas, J., Ramirez, J. Peng, F., & Valderrabano A., (2010), A DC-DC multilevel boost converter, *IET Power electronics*, 129-137
- Qahouq, J. & Tssa Batarseh, T., (2000), Generalized Analysis of Soft-Switching DC-DC Converters, *IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, 507-510.

Estudiantes con Discapacidad y Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE) en la ETSIDI-UPM

Isabel Carrillo^a, Oscar Santos-Sopena^b, Irene Panea^c y María Luisa Francisco^d

^aEscuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial, Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid Universidad Politécnica de Madrid (^aisabel.carrillo@upm.es, ^boscar.santos.sopena@upm.es,

^cirene.panea@upm.es).

^dUnidad de Atención a la Discapacidad, Universidad Politécnica de Madrid, Paseo Juan XXIII, Edificio B, 28040 Madrid (luisa.fmartinez@upm.es).

Abstract

The commitment of the ETSIDI-UPM to the normalization of diversity has generated a multitude of projects that promote the diversity. In this sense, the UPM Disability Unit develops protocols that promote integration and support. The main goal of this research is to expose the most significant advances and to present the improvements regarding the Specific Educational Support Needs. In this paper, the program is exposed, analyzing its repercussion

Keywords: disabilities, inclusion, ability diversity, specific needs.

Resumen

El compromiso de la ETSIDI-UPM con la normalización ha generado multitud de proyectos que fomentan la integración de los estudiantes con discapacidad. En este sentido la Unidad de Atención a la Discapacidad desarrolla protocolos que garantizan la integración y el apoyo en la adquisición de las competencias académicas. El objetivo de esta investigación es describir los avances más significativos y presentar las mejoras en torno a las Necesidades Específicas de Apoyo Educativo

Palabras clave: discapacidad, inclusión, diversidad de capacidades, necesidades específicas.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La discapacidad es un término genérico que incluye déficit, ciertas limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Esto implica que no es solo una condición propia de la salud del individuo, sino el resultado de la interacción entre las limitaciones propias de un ser humano y el medio con el que interactúa. Se reconoce por tanto el contexto social como un factor determinante en la discapacidad o diversidad de capacidades de la persona. De acuerdo con la Base Estatal de datos de personas con valoración del grado de discapacidad, a 31 de diciembre de 2020 había en España 3255843 personas con un grado

de discapacidad reconocido igual o superior al 33 por ciento son: hombres (50.2%) y son mujeres (49.8%) (Observatorio, 2020). De este número un total de 23851 personas con discapacidad han estudiado en las universidades españolas durante el curso 2020-21 (Fundación Universia, 2021). De esta manera, la Convención Internacional sobre Derechos de las Personas con Discapacidad (CRPD, 2006) establece que los Estados deben asegurar un “sistema de educación inclusivo a todos los niveles para las personas con discapacidad” (art. 24). Por ello, la Universidad debe ser inclusiva y para ello tiene que incorporar la diversidad en todos los espacios de su actividad, como una exigencia de calidad. Lograr una educación universitaria de calidad solamente será posible si cuenta con todas las personas. Es decir, si la comunidad universitaria ejercita, de modo transversal, los principios fundamentales de la igualdad de oportunidades y la inclusión haciendo realmente efectivo el concepto de atención a la diversidad. Con este objetivo, en 2010, se creó la Unidad de Atención a la Discapacidad (UAD) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) (UAD, 2010). Cada uno de los centros de la UPM tiene su unidad correspondiente que presta una atención individualizada a cada estudiante ayudándoles, en su día a día en la Universidad (UPM, 2013).

En este artículo, se expone el programa de la UAD de la UPM y su aplicación en la ETSIDI en particular, analizando su repercusión y la situación de la discapacidad en la UPM y en los diferentes centros. Uno de los grandes retos que nos encontramos en la Universidad es que ésta sea más igualitaria e inclusiva, es decir, un espacio en el que podamos estar todos y se fomenten iniciativas y programas que nos permitan alcanzar este objetivo.

METODOLOGÍA

Programa de la Unidad de Atención a la Discapacidad UPM

En la UPM se ha desarrollado un programa de atención a la discapacidad teniendo en cuenta el Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario (Real Decreto 1791/2010). El objetivo de este programa es mejorar las relaciones de los estudiantes con diversidad y su entorno académico, gestionando su diversidad, minimizar el impacto de las situaciones asociadas a la discapacidad, facilitando a los estudiantes los recursos, humanos y/o técnicos necesarios. Así como, fomentar la empleabilidad de los estudiantes y titulados de la Universidad con diversidad. Todo ello a través de un programa de información, asesoramiento, sensibilización y formación.

Este programa lleva a cabo diferentes acciones tales como adaptaciones curriculares, becas, y convocatorias específicas de ayuda. Todos los estudiantes que tengan un certificado de discapacidad o de necesidad de apoyo educativo especial (NEAE) acreditada, podrán solicitar adaptaciones curriculares. Las adaptaciones curriculares son individuales, y se emiten en función del tipo y grado de necesidad, sin que suponga una disminución del nivel académico exigido. La UPM también ofrece diferentes recursos tales como un banco de productos de apoyo para el desarrollo de las clases y/o prácticas, intérprete de Lengua de Signos Española (ILSE) o programa de estudiante colaborador/colaboradora (estudiante que apoya y ayuda a los estudiantes con discapacidad o diversidad de capacidades). La UAD también desarrolla guías y documentos de orientación para la comunidad universitaria, talleres de

sensibilización, acciones de difusión, participación en proyectos sociales y de investigación y vela por la accesibilidad de los campus.

Programa de la UAD- ETSIDI-UPM

En la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI-UPM) existe un equipo para atender este servicio, Unidad de Atención a la Diversidad, UAD-ETSIDI, que trabaja para garantizar la Igualdad y la Inclusión de las personas que forman parte de nuestra comunidad universitaria y que se encuentran en situación de discapacidad y/o necesidad especial. Dicho equipo está formado por el coordinador del Centro, el Jefe de Estudios, la secretaria administrativa, la coordinadora de tutoras, y las tutoras de apoyo (TA).

Los estudiantes con certificado de discapacidad, como estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo, pueden solicitar la adaptación curricular a la UAD-UPM. Una vez evaluada por la UAD-UPM, desde la ETSIDI se ofrece una atención personalizada y confidencial para facilitar la plena inclusión en el ámbito universitario a las personas con necesidades específicas: asignación de tutor, adaptaciones en el aula, ajustes en tiempo y forma de realización de exámenes, etc. Una vez que se recibe la adaptación curricular necesaria, se le asigna un tutor o tutora de apoyo y se pone en funcionamiento los servicios necesarios a través de las adaptaciones de espacio y/o informando las personas que coordinan las asignaturas matriculadas, velando por el cumplimiento de las necesidades establecidas. Todo ello, garantizando la confidencialidad a través de una atención personalizada. La red de profesorado "Tutores y tutoras de Apoyo" (TA) tienen a su cargo, de forma individual y confidencial, a estudiantes con discapacidad, cuya función será facilitarles apoyo a lo largo de toda su carrera universitaria, haciendo de intermediarios si es preciso, frente a cualquier problemática académica que pudiera surgir.

RESULTADOS E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

En la Tabla 1 se recoge el número de estudiantes de la UPM con/sin discapacidad y NEAE en los cursos académicos 2020/21 y 2021/22. El porcentaje con estudiantes con necesidades es muy pequeño menor del 0.7%, dato inferior que la media en el sistema universitario español que es del 1.5%. El porcentaje de mujeres frente a hombres fue la mitad en el curso académico 2020/21, si bien, en el actual curso académico ha aumentado. Esto está de acuerdo con la menor presencia de mujeres en carreras tecnológicas.

Tabla 1. Número de estudiantes (hombres y mujeres) de la UPM con discapacidad y NEAE.

	Número total estudiantes	Estudiantes con NEAE	Estudiantes con discapacidad	% Estudiantes con necesidades
2020-21				
Hombres	28257	66	116	0.43
Mujeres	13569	37	51	0.21
TOTAL	41826	103	167	0.64
2021-22				
Hombres	27264	79	110	0.69
Mujeres	14146	39	45	0.59
TOTAL	41418	118	155	0.66

No todos los estudiantes con discapacidad o NEAE, solicitan adaptación curricular. En el curso 2021/22 tan solo el 53.5% de estudiantes la han solicitado, de ellos el 87.28 % eran estudiantes con NEAE y el 27.74% con discapacidad. Los estudiantes con necesidades de aprendizaje necesitan más este tipo de adaptaciones que incluyen mayor tiempo de realización de examen, adaptación del modelo de exámenes en alguna situaciones especiales como tipo test o utilización de programas especiales, pero sin disminuir el nivel académico requerido.

En la Figura 1 se muestra la distribución de estudiantes con discapacidad o necesidades especiales por centros de la UPM en el curso 2021/22 que ofrece una amplia perspectiva de la población objeto de estudio. La mayor presencia de ellos está en estudios relacionados con el ámbito industrial, en coherencia con el mayor número de estudiantes matriculados en estas disciplinas. El mayor porcentaje de estudiantes, un 12% del total de estudiantes con discapacidad se observa en la ETSI Agronómica, Alimentaria y Biosistemas, seguido de la ETSI y Diseño Industrial un 10% y ETSI Informática un 9%. Escuelas como ETSI Navales y ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía tan solo tienen un 1%.

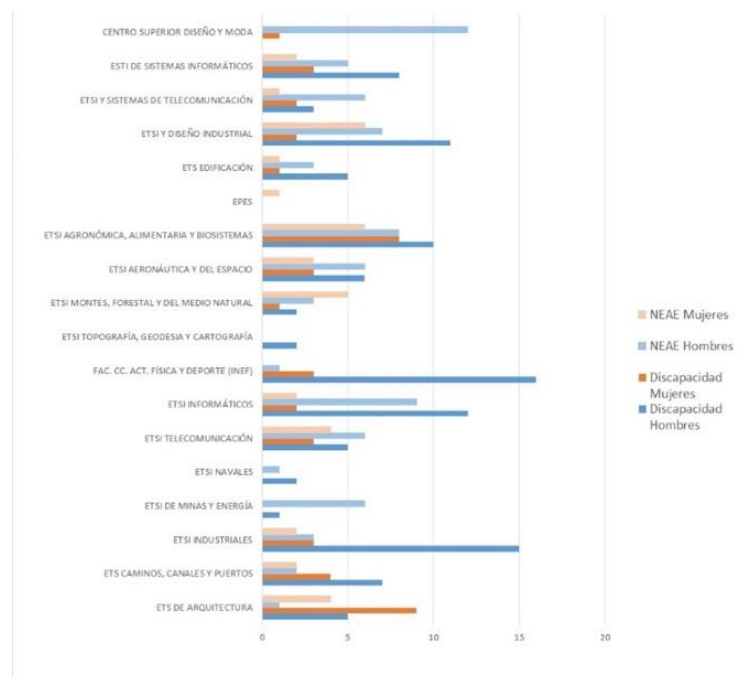


Figura 1. Distribución de estudiantes con discapacidad por centros de la UPM.

Las estadísticas más recientes sobre enseñanza muestran que existe una brecha entre el nivel educativo de la población con y sin discapacidad de la misma edad, siendo especialmente llamativo un porcentaje de analfabetismo significativamente más alto que en la población general, así como un nivel de estudios inferior (Jiménez, 2019). Por ello, es necesario que existan programas de atención a la diversidad que favorecen su integración.

En todo el proceso de integración de estudiantes con necesidades educativas en la Universidad, la figura del profesor tutor tiene una destacada de orientación y asesoramiento de estos estudiantes y con el resto de los profesores. En la ETSIDI el grado de satisfacción

tanto de estudiantes como del profesorado es muy alto, aunque por supuesto lleva consigo una mayor dedicación y esfuerzo. La realización de medidas educativas e informativas de concienciación al resto de la comunidad, así como el gran apoyo de sus compañeros y compañeras de clase ha facilitado su integración y desarrollo. El estudiante colaborador desde la perspectiva del aprendizaje adquiere e integra competencias profesionales gracias al papel de ayuda y acompañamiento del estudiante con discapacidad, facilitando la integración de este último en la Universidad, siendo enriquecedor para ambos. Así mismo, la integración de estos estudiantes ha enriquecido a la ETSIDI facilitando que en los trabajos fin de grado (TFG) se realicen proyectos que fomenten la integración de estudiantes con discapacidad con el objetivo de mejorar su calidad de vida, a modo de muestra de este tipo de iniciativas el realizado por la estudiante de ingeniería Sila Martínez López, *Diseño de un sistema de transferencia autónomo desde/hasta la silla de ruedas para personas que padecen parálisis cerebral*, que ha tenido el reconocimiento en los Premios COGITIM al Mejor TFG de la Comunidad de Madrid curso 2020/21 (ETSIDI, 2022).

En este sentido, desde la ETSIDI-UPM y siendo resultados significativos se ha ido implementando una serie de iniciativas concretas que han fomentado la inclusión. Son ejemplos de estas la tutorización implementada desde el curso 2021-22 de tutorías de carácter presencial y virtuales a todos los estudiantes nuevos del centro que solicitan cualquier tipo de adaptación. Estas tutorías fomentan la creación de un espacio seguro y un seguimiento individualizado por parte de la coordinación del centro. Además, se ha agilizado los procesos de adaptación e integración proporcionando un apoyo no solamente al estudiante, también al profesorado que tiene a este tipo de estudiantes en el aula. Este tipo de acciones proporcionan un seguimiento más personalizado que se centra en la adquisición de competencias profesionales y académicas, además de fomentar las habilidades blandas (*Soft Skills*) tales como el liderazgo, las estrategias de comunicación y el trabajo en equipo, entre otras.

Todas estas medidas (matrícula parcial, adaptaciones curriculares, tutorías, orientación académica, ...) llevadas a cabo en la ETSIDI como en otras Escuelas de la UPM han permitido que estudiantes con discapacidad alcancen unos resultados académicos satisfactorios. En concreto, en el curso 2020/21 una tasa de rendimiento y éxito de estudiantes con discapacidad en la UPM fue del 68.6% y 77.7%, respectivamente en grado y 92.2% y 96.9% en máster frente al 54.7% y 73.1% en grado y 80.7% y 94.8% en máster alcanzado por los estudiantes matriculados en todas las titulaciones de la UPM.

CONCLUSIONES

Nuestro objetivo es trabajar para que la UPM, sea una Universidad inclusiva, sin barreras, diseñada para todas las personas. Además, que garantice la igualdad de oportunidades y la no discriminación en el acceso, permanencia y progreso en cualquier ámbito universitario de todas las personas que tengan discapacidad o una diversidad de necesidades. Esto nos lleva a la importancia de trabajar desde una perspectiva más amplia que es la que nos ofrece terminología como la diversidad de capacidades y ver de qué manera, y gracias a las mejoras establecidas, se fomenta el desarrollo de las competencias a través del seguimiento individualizado de los estudiantes, pero también la posibilidad de ofrecer un apoyo real al

profesorado involucrado en el aula. La existencia de un servicio especializado en la UPM que asesora sobre las mejores prácticas a llevar a cabo en cada caso es fundamental, así como las UAD de los centros son esenciales en el proceso, favorecen que aumente el número de estudiantes con necesidades especiales o discapacidad en las aulas universitarias.

Estos programas son beneficiosos para los estudiantes que participan, tales como el enriquecimiento personal, la ayuda en la adquisición de competencias profesionales-académicas, trabajo en equipo y colaborativo. Gracias a las reuniones y tutorías periódicas, y sobre todo al apoyo inicial que se ofrece se garantizan la integración y el apoyo en la adquisición de las competencias. Para el profesorado, como reto personal ya que supone la implementación de la diversidad en sus asignaturas. Para la Universidad, una apuesta por la excelencia de su cultura como entidad inclusiva, diversa y accesible. Y para la sociedad un beneficio final ya que contará con una diversidad de talento real.

REFERENCIAS

- Decreto 74/2010, de 21 de octubre, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueban los Estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid. B.O.C.M. 15 de noviembre 2010, retrieved from <https://www.upm.es/sfs/SedeUPM/Normativa%20UPM/Estatutos%2020101115%20BOCAM.pdf>, Accessed 11 May 2022.
- ETSIDI (2022). Nuestros estudiantes en los "Premios COGITIM Mejor TFG de la Comunidad de Madrid", por segundo año consecutivo, ganadores del primer y séptimo premios. ETS Ingeniería y Diseño Industrial, retrieved from <https://www.etsidi.upm.es/Escuela/Portada/Articulos?prefmt=articulo&fmt=detail&id=2f2e354f1bd6f710VgnVCM10000009c7648a>, Accessed 22 May 2022.
- Fundación Universia (2021). *Guía de atención a las Personas con Discapacidad en la Universidad 2020/21*, retrieved from https://www.fundacionuniversia.net/content/dam/fundacionuniversia/pdf/guias/GUIA4_Atencion%20a%20la%20discapacidad%202020-21%20-%20ACCESIBLE%20-.pdf, Accessed 12 May 2022.
- Jiménez, A.; Huete, A., Arias, M. (2019) "Alumnado con discapacidad y educación inclusiva en España", Observatorio Estatal de la Discapacidad. 16 Enero 2020, retrieved from <https://www.observatoriodeladiscapacidad.info/alumnado-con-discapacidad-y-educacion-inclusiva-en-espana/>, Accessed 11 May 2022.
- ONU (2007). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities [A/RES/61/106]*, retrieved from <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html>, Accessed 11 May 2022.
- Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario.
- Subdirección General de Planificación, Ordenación y Evaluación (2021). Base estatal de datos de personas con valoración del grado de discapacidad (Informe a 31/12/2019). Madrid, IMSERSO. "Personas con discapacidad administrativamente reconocida en España, Observatorio Estatal para la discapacidad", Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, retrieved from <https://www.observatoriodeladiscapacidad.info/personas-con-discapacidad-administrativamente-reconocida-en-espana/>, Accessed 22 May 2022.
- UPM (2013). Guía Facilitadora de la Relación de la Comunidad Universitaria con la Discapacidad, retrieved from <https://www.upm.es/UPM/CompromisoSocial/UnidadAtencionDiscapacidad>, Accessed 11 May 2022.
- UAD (2010). Unidad de Atención a la Discapacidad (UAD), retrieved from <https://www.upm.es/UPM/CompromisoSocial/UnidadAtencionDiscapacidad>, Accessed 11 May 2022.

Análisis comparativo de resultados de aprendizaje en el contexto de la pandemia: docencia presencial prepandemia versus docencia remota/híbrida en clases de ingeniería

Miguel Ardid^a, Salva Ardid^b y Alicia Herrero^c

^a Departament de Física Aplicada, Universitat Politècnica de València, mardid@fis.upv.es,

^b Departament de Física Aplicada, Universitat Politècnica de València, sardid@upv.es y

^c Departament de Matemàtica Aplicada, Universitat Politècnica de València, aherrero@mat.upv.es.

Abstract

The COVID-19 pandemic changed the teaching model from in-class teaching to a hybrid-class model. In this work we compare the students grades in engineering according to the teaching model. The analysis shows differences between remote teaching and others, mainly in exam scores. Despite this, final grades were barely affected.

Keywords: Pandemics, Evaluation, Online teaching, Hybrid-class teaching.

Resumen

La pandemia de la COVID-19 supuso el cambio repentino de la docencia presencial a la docencia remota y posteriormente a un modelo de clase híbrida. En este trabajo comparamos el rendimiento de estudiantes de ingeniería en los diferentes modelos docentes. El análisis realizado muestra algunas diferencias entre la docencia remota y los otros modelos principalmente en los exámenes realizados, aunque la calificación final apenas muestra diferencias significativas.

Palabras clave: Pandemia, Evaluación, Docencia en línea, Docencia de clase híbrida.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La pandemia de la COVID-19 ha trastocado el normal trascurso de la docencia universitaria en la mayoría de los países, impactando tanto en el modelo docente (Rapanta, 2020), como en el rol y situación de profesores (Moorhouse, 2020; Marek, 2021) y estudiantes (Aristovnik, 2020). En España, el confinamiento en marzo de 2020 obligó a la transformación urgente de las clases presenciales a un formato online. Además, aunque se permitió el regreso a las aulas el curso 2020/21, las limitaciones de aforo y el mantenimiento de las distancias mínimas interpersonales obligó en muchas ocasiones a que las clases fueran semipresenciales con modalidad híbrida: por turnos, parte del alumnado estaba presente en el aula, mientras el resto seguía las clases remotamente de forma online. Así pues, ambos cursos 2019/20 y 2020/21 fueron cursos especiales, afectados por la pandemia, pero al mismo tiempo cursos

completamente diferentes entre ellos. En el curso 2019/20, la característica principal fue que el curso contuvo dos partes con metodologías muy diferentes, presencial y remota, con un cambio súbito de la primera a la segunda parte y sin preparación previa por parte de ninguno de los implicados. El curso 2020/21 vino marcado principalmente por el formato híbrido ya comentado, donde los estudiantes siguieron la mitad de las actividades de forma presencial en el aula y el resto de forma online. La percepción generalizada es que estos cambios se realizaron de forma adecuada en términos generales y dadas las circunstancias, a pesar de que la nueva planificación y los cambios se tuvieron que realizar de forma súbita o con muy poco tiempo para la adaptación a las nuevas condiciones. Sin embargo, existen aún pocos estudios que fundamenten esta percepción. En un trabajo anterior (Ardid, 2021) analizamos el caso mediante un análisis estadístico de las calificaciones de dos asignaturas básicas de Ingeniería, contrastando el periodo de docencia presencial versus remota forzada del curso 2019/20, en comparación con sendos periodos de cursos precedentes.

El objetivo de este trabajo es profundizar en el estudio de estos cursos anómalos, por un lado incluyendo el curso 2020/21, y por otro analizando, a través de las calificaciones obtenidas por los estudiantes, si se observan diferencias significativas en los cursos 2019/20 y 2020/21 afectados por la pandemia, con respecto a los cursos anteriores que se desarrollaron normalmente. El análisis se realizará tanto por tipo de actividad con su respectiva evaluación como con respecto a la calificación global, con el fin de estudiar si los cambios obligados por la situación de pandemia han afectado de forma similar en todas las actividades, o si, por el contrario, unas actividades se han visto más afectadas que otras.

El artículo se organiza de la siguiente forma: primero se describe la metodología utilizada. En la siguiente sección se detallan los resultados. Finalmente, se destacan las conclusiones del estudio.

METODOLOGÍA

Para estudiar el impacto del cambio metodológico obligado por la pandemia en los cursos 2019/20 y 2020/21 se ha realizado un análisis de los resultados de evaluación en los diferentes tipos de actividades de la asignatura de Física del Grado de Ingeniería Aeroespacial impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) en la Universitat Politècnica de València. Se trata de una asignatura básica de primer curso con unos 120 estudiantes repartidos en dos grupos.

La Tabla 1 desglosa las diferentes actividades y su ponderación para la evaluación final. Como podemos ver, las actividades se dividen en tres bloques. Un primer bloque (i) correspondiente a los exámenes escritos, los cuales se realizan de forma individual y contienen dos secciones: un cuestionario de respuesta múltiple tipo test donde se evalúa el entendimiento de conceptos físicos y su aplicación, y una prueba escrita de respuesta abierta para la resolución de problemas. Esto se complementa con el bloque (ii) de tareas realizadas a lo largo del curso, de forma individual o en equipo. Estas pueden ser variadas, siendo el mayor número de ellas, exámenes individuales de corrección automática tras cada unidad didáctica (Ardid, 2015), y resolución de problemas o actividades en equipo, cuya frecuencia también es usualmente una

por unidad didáctica. El último bloque (iii) corresponde a la evaluación de las prácticas de laboratorio, la cual se lleva a cabo mediante memorias realizadas en equipo.

Tabla 1. Evaluación de la asignatura de Física con los diferentes tipos de actividades y su peso

Exámenes escritos	Prácticas de Laboratorio	Tareas
Problemas y tests (Individual, 70%)	Memorias (Equipo, 20%)	Variadas (individual y por equipos, 10%)

Se ha realizado un estudio estadístico de las calificaciones en cada uno de los apartados para los cursos afectados por la pandemia y se ha comparado con los tres cursos anteriores a ellos, que se realizaron en clases presenciales con la normalidad prepandemia. Dado que durante esos tres cursos no hubo ninguna incidencia remarcable y se pueden considerar a estos efectos equivalentes, los datos de estos cursos se estudian de forma agregada con el fin de tener una menor dispersión estadística. De esta forma facilitamos que el efecto de una posible desviación entre unos cursos y otros pueda ser atribuida a las circunstancias de los cursos en el contexto de la pandemia. Durante los cursos afectados por la pandemia, se trató de mantener los mismos objetivos y capacidades de aprendizaje, trabajando con la misma dinámica y mismas o similares actividades, eso sí, con el matiz importante del diferente grado de presencialidad. Para discernir posibles diferencias entre cursos se han realizado pruebas T de Student para evidenciar diferencias significativas, requiriendo para ello que el p-value resultante del análisis sea menor que 0,05 (criterio usualmente empleado en la literatura). También se ha hecho un estudio de frecuencia de calificaciones con gráficos para poder apreciar las similitudes y diferencias entre cursos. Todos estos análisis se han realizado para cada uno de los tipos de actividades, así como para la calificación global.

RESULTADOS

El primer análisis realizado es la comparación de calificaciones obtenidas en cada uno de los apartados descritos en la Tabla 1 y respecto a la nota global de la asignatura. La media y la desviación estándar para cada ítem y curso se presenta en la Tabla 2. De estos datos no se aprecia de forma nítida que haya habido una gran diferencia. Destaca, eso sí, que la nota de exámenes haya sido sensiblemente mayor el curso en el que empezó la pandemia. Una posible explicación para este aumento pudiera ser que la mitad de los exámenes del curso coincidieron con el periodo de confinamiento y estos tuvieron que ser realizados por los estudiantes en su casa, lo que implicó un menor grado de supervisión por parte de los profesores (García-Peñalvo, 2020). También se observa que, durante los dos cursos afectados por la pandemia, las calificaciones en tareas fueron ligeramente inferiores, observándose también una mayor desviación estándar. Esto sugiere que, al menos para algunos estudiantes, la disminución de la actividad presencial afectó el rendimiento y/o su motivación durante la realización de estas actividades. Aunque, como hemos visto, parece que hay elementos con diferencias, las calificaciones globales del curso, así como su desviación estándar, resultan

bastante similares para todos los cursos, lo que apoyaría la impresión de que las condiciones impuestas por la pandemia, no han resultado en menores rendimientos académicos, al menos en cuanto a las calificaciones.

Tabla 2. Calificaciones medias (y desviaciones estándar) para los cursos C0: los tres cursos 2016/17, 2017/18 y 2018/19 agregados, C1: Curso 2019/20 y C2: curso 2020/21

Tipo	C0	C1	C2
Exámenes	5,9 (1,3)	6,6 (1,3)	6,0 (1,5)
Laboratorio	8,3 (0,8)	8,6 (0,7)	8,0 (0,8)
Tareas	7,6 (1,5)	6,7 (2,0)	7,1 (1,9)
Global	6,8 (1,1)	7,0 (1,1)	6,7 (1,3)

Para visualizar de forma gráfica la distribución de calificaciones, se representan en la Figura 1 las frecuencias de las notas entre 0 y 10 para cada uno de los cursos y apartados.

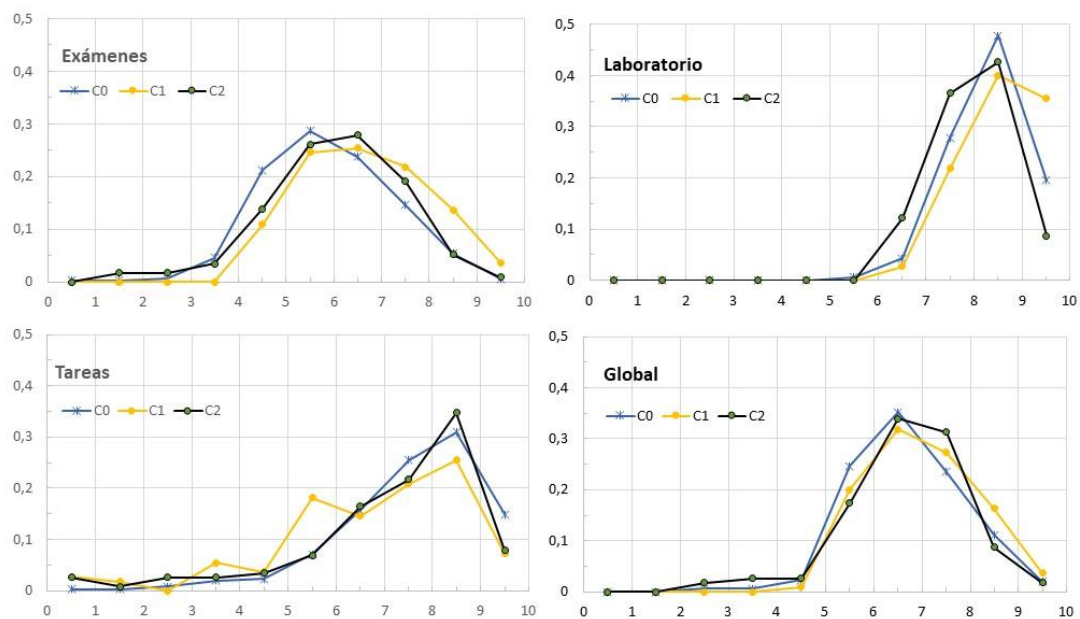


Fig. 1. Frecuencia de calificaciones para los diferentes cursos en cada uno de los apartados

Con el objetivo de discriminar de forma más clara si hubo diferencias significativas entre los dos últimos cursos afectados por la pandemia y los cursos previos, se han realizado pruebas T de Student entre los diferentes cursos. El p-value de estos análisis se detallan en la Tabla 3 para cada uno de los elementos evaluativos y para el global. Se ha indicado en rojo los valores menores a 0,05, umbral usualmente elegido para considerar que se aprecian diferencias significativas. Se resalta aquellos valores mucho menores a ese valor donde el indicador p-value muestra una bajísima probabilidad, menor o igual al uno por mil, de que los datos procedan de una misma distribución, lo que indicaría claramente diferencias significativas. Si

nos fijamos en esos datos, vemos que se corrobora que hay diferencias significativas en el apartado de exámenes para el curso 2019/20 con respecto al resto. También aparecen diferencias notables en el apartado de tareas, especialmente con cursos anteriores, pero no se evidencian esas diferencias en el último curso de docencia híbrida, donde los estudiantes sólo acudieron presencialmente a la mitad de las sesiones. Con respecto al laboratorio, este análisis desprende diferencias significativas entre los diferentes cursos, algo que no era evidente en los datos presentados de la Tabla 2. Que aparezcan estas diferencias no debería resultar sorprendente, dado que en el laboratorio se realiza una actividad en equipo y de carácter experimental, donde interactuar con el equipamiento y trabajar por pares es importante. La pandemia truncó esta dinámica, en el primer caso porque el confinamiento no permitió poder acceder durante parte del curso al laboratorio, y en el segundo curso porque solo se permitía el acceso a un miembro de cada equipo, debido a limitaciones de aforo. Todo ello, a pesar de intentar adaptar algunas prácticas a un entorno donde la presencialidad en el laboratorio no fuera tan necesaria (Ardid, 2021b). Por último, los valores obtenidos para la evaluación global no muestran diferencias significativas tan claras entre cursos. Aunque su p-value es menor al umbral elegido entre el curso del confinamiento y los anteriores, al estar este tan cercano al umbral, su significancia no resulta muy elevada.

Tabla 3. Valores p-value para los t-test entre cursos: C0: los tres cursos 2016/17, 2017/18 y 2018/19 agregados, C1: Curso 2019/20, C2: curso 2020/21

Tipo	C0 - C1	C0 - C2	C1 - C2
Exámenes	< 0,0001	0,45	0,0009
Laboratorio	0,0043	0,0010	< 0,0001
Tareas	< 0,0001	0,020	0,12
Global	0,042	0,78	0,071

CONCLUSIONES

Los últimos cursos académicos han venido marcados por claras diferencias debidas a la situación excepcional de pandemia vivida. Desde una docencia presencial habitual prepandemia hemos pasado por una docencia truncada repentinamente y que tuvo que adaptarse a una modalidad remota sin preparación previa por parte de ninguna de las partes implicadas en la misma, una docencia híbrida con presencialidad y docencia online parcial a partes iguales hasta poder recuperar la docencia presencial habitual en el curso actual. La comparación entre los resultados de enseñanza-aprendizaje obtenidos por los/las estudiantes en todas estas modalidades para la asignatura de Física del Grado de Ingeniería Aeroespacial impartida en la ETSID nos permiten analizar las consecuencias en el estudiantado de todos estos cambios.

Como hemos visto se aprecia un ligero aumento en la nota correspondiente al bloque de exámenes en el curso en el que empezó la pandemia con respecto a los otros cursos (tanto de

modalidad presencial como híbrida), quizás debida a la realización de los mismos en el periodo de confinamiento sin la apropiada supervisión por parte de los profesores. Sin embargo, en los otros dos bloques, los estudiantes obtuvieron calificaciones inferiores en dicho curso probablemente debido a la falta de motivación e interacción entre ellos por la no presencialidad. Sin embargo, las calificaciones finales no muestran diferencias notables con respecto al resto, lo que evidencia que el proceso de enseñanza-aprendizaje no sufrió variaciones significativas entre las modalidades analizadas o que la comunidad educativa supo adaptarse a las diferentes situaciones o, probablemente, una combinación de ambos aspectos.

AGRADECIMIENTOS

S. Ardid agradece el apoyo del Programa CIDEAGENT de la Generalitat Valenciana, CIDEAGENT/2019/043. A. Herrero agradece la ayuda al Proyecto PIME/21-22/284 financiado por la Universitat Politècnica de València.

REFERENCIAS

- Ardid, M., Gómez-Tejedor, J. A., Meseguer-Dueñas, J. M., Riera, J. y Vidaurre, A. (2015). Online exams for blended assessment. Study of different application methodologies. *Computers & Education*, 81, 296-303.
- Ardid, M., Márquez, S. y Ardid, M. (2021). Use of sound recordings and analysis for physics lab practice. International Education Conference (INTED 2021) (8-9 March 2021, Valencia), Proceedings of INTED2021 Conference, 7687-7693.
- Ardid, M., Ardid, S. y Herrero, A. (2021). Análisis del cambio repentino a docencia remota por la COVID-19 en los resultados de aprendizaje: caso de dos asignaturas anuales básicas en Grados de Ingeniería. IN-RED 2021: VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. Editorial Universitat Politècnica de València, 931-940
- Aristovnik, A., Keržič, D., Ravšelj, D., Tomažević, N. y Umek, L. (2020). Impacts of the COVID-19 Pandemic on Life of Higher Education Students: A Global Perspective. *Sustainability*, 12, 8438.
- García-Peñalvo, F.J., Corell, A., Abella-García, V. y Grande, M. (2020). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, 21, 12.
- Marek, Michael W., Chiou Sheng Chew y Wen-Chi Vivian Wu. (2021). Teacher experiences in converting classes to distance learning in the COVID-19 pandemic. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)* 19.1, 40-60.
- Moorhouse B.L. (2020). Adaptations to a face-to-face initial teacher education course 'forced' online due to the COVID-19 pandemic. *Journal of Education for Teaching*, 46:4, 609-611.
- Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P. et al. (2020). Online University Teaching During and After the Covid-19 Crisis: Refocusing Teacher Presence and Learning Activity. *Postdigital Science Education* 2, 923-945.

Propuestas metodológicas en torno a proyectos ApS de Arte+Ciencia y STEAM

Oscar Santos-Sopena, Isabel Carrillo, Roque Calvo e Irene Panea

Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial, Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid
Universidad Politécnica de Madrid (oscar.santos-sopena@upm.es).

Abstract

This research proposes a methodology where the development of transdisciplinary-collaborative projects in the field of Design and Engineering is encouraged. This proposal is born from Learning-Service and STEAM developed at the Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial. The objective of this study is to describe the methodology and its pedagogical approaches that promote exchange between communities. The educational results will contribute to showing the sociocultural benefits

Keywords: methodology, STEAM, Service-Learning, transdisciplinary approach, Engineering, Industrial Design.

Resumen

Esta investigación propone una metodología de enfoque transversal que propicia el desarrollo de proyectos transdisciplinares-colaborativos en el ámbito del Diseño y la Ingeniería. Esta propuesta nace del Aprendizaje-Servicio y del STEAM desarrollada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial. El objetivo de este estudio es describir la metodología y su acercamiento pedagógico. Los resultados contribuirán a evidenciar los beneficios socioculturales de este tipo de programas

Palabras clave: metodología, STEAM, ApS, transversalidad, Ingeniería, Diseño industrial.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La puesta en marcha de acciones concretas y actividades de colaboración entre estudiantes, profesores y agentes internos de la Universidad junto con la participación de la comunidad educativa y local de Madrid ayuda fomentar la creatividad y potenciar las vocaciones STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en los estudios de Ingeniería y Diseño. En este contexto, la E.T.S. Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), está implementando este grupo de acciones coordinadas para aumentar las oportunidades de formación para apoyar las iniciativas vocacionales STEAM de innovación y emprendimiento de los estudiantes en diferentes direcciones complementarias. Experiencias educativas y profesionales de aprendizaje con una amplia gama de ámbitos (informal, no

formal y curricular) que complementan de manera flexible los cursos ordinarios más rígidos de una escuela de Ingeniería y Diseño (ETSIDI, 2022).

Los proyectos de Arte+Ciencia tienen como objetivo conectar a la comunidad universitaria ETSIDI-UPM con las comunidades urbanas externas a la Universidad para determinar de forma conjunta los retos medioambientales y sociales que tienen en torno a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Es por ello, por lo que, gracias a estas iniciativas, los estudiantes se enfrentarán a retos reales de la comunidad y aplicarán sus conocimientos para el desarrollo de iniciativas que promuevan el bienestar, la convivencia y la sostenibilidad. Este tipo de proyectos integran, a través del Aprendizaje-Servicio (ApS), la mediación artística como herramienta de escucha y trabajo colaborativo entre la comunidad universitaria y los estudiantes con los vecinos de nuestro entorno urbano (ETSIDI, 2022).

En este artículo, presentaremos el enfoque de ApS como una metodología que enfatiza el desarrollo profesional y la innovación en los estudios de Ingeniería y Diseño a través de proyectos de Arte+Ciencia. Los entornos educativos de Ingeniería y Diseño Industrial que parten de un contexto socioeconómico actual y real se convierten en procesos y propuestas de innovación metodológicas más efectivas. En estas acciones de renovación pedagógica la interdisciplinariedad implícita en las vocaciones STEAM son ejemplos claros de este acercamiento eficaz. Para Pérez Matos y Setién Quesada (2008), la interdisciplinariedad es un elemento fundamental en el desarrollo educativo-científico. En base a este contexto, esta investigación propone una metodología de enfoque transversal donde se propicie el desarrollo de proyectos transdisciplinares y colaborativos. Dichas propuestas nacen del ApS y del STEAM desarrolladas ETSIDI-UPM. Estas estrategias metodológicas ponen al servicio de docentes y centros educativos la posibilidad de formar proyectos donde conjuntamente se desarrolle el Arte+Ciencia. El principal objetivo de este estudio es describir los programas ApS y STEAM de la ETSIDI en el que se potencian el intercambio entre comunidades y la transformación social dentro de la Ingeniería y el Diseño Industrial con los grupos educativos y artísticos involucrados. Para ello, se establecieron distintos proyectos que proponen retos de Ingeniería y Diseño Industrial de carácter real (ApS). A su vez, el diseño de estas propuestas metodológicas abarca el empleo de diferentes metodologías didácticas como *Learning by Doing*, *Doing with Other* (DIWO), *Design Thinking* o Aprendizaje Basado en Investigación, entre otras. Los resultados contribuirán a evidenciar los beneficios socioculturales y formativos del diseño y la implementación de proyectos interdisciplinares aplicados a la Ingeniería y a los ODS. Como expone Caro et al., (2020), los ODS ponen de manifiesto “la necesidad de dirigir el desarrollo científico y tecnológico hacia la resolución de problemas globales que tienen que ver tanto con el bienestar del planeta como con el de la sociedad mundial en su conjunto” (Caro et al., 2020, 10).

METODOLOGÍA

Esta sección describe la importancia del desarrollo colaborativo de proyectos e innovación, actividades no formales y asociación con grupos y agentes de interés del entorno urbano local en el que se encuentra la ETSIDI-UPM. En el contexto de la Educación Superior sería la exploración interactiva (práctica y/o colaborativa) de iniciativas de aprendizaje, las que gracias a su integración con el entorno (desafíos sociales de nuestro entorno urbano) ofrecen un

enfoque más adecuado de sostenibilidad e inclusión social. El estudiante desde la perspectiva del ApS adquiere e integra competencias profesionales e interculturales gracias al papel de la mediación como herramienta de acompañamiento, ayuda y transferencia de conocimiento.

En este sentido el ApS en las Instituciones de Educación Superior está creando nuevos caminos educativos. Esto ayuda a desarrollar nuevas formas de adquirir competencias profesionales y académicas (las llamadas *habilidades blandas* o *Soft Skills*) que promueven el aprendizaje experiencial. En este sentido aparecen otras metodologías complementarias tales como *Learning by making/doing*, el *Doing with Other* o el *Design Thinking* que son cruciales como base teórica para la puesta en marcha de programas educativos de esta índole.

El objetivo de este tipo de programas es proporcionar nuevos espacios de aprendizaje a través del ApS para contribuir a varios objetivos:

- (1) Fomentar el aprendizaje experiencial como complemento el plan de estudios formal;
- (2) Promover el ApS como una metodología de aprendizaje que promueve la adquisición de otras competencias (como las *Soft Skills*); y
- (3) Contribuir al prometedor desarrollo de los estudiantes universitarios.

Estos tres objetivos están en estrecha relación con la innovación colaborativa que fomenta la competencia creativa en tareas prácticas de impacto social (local). El impacto que ofrece el STEAM y el APS, entendido como un tipo de aprendizaje diverso aumentará las competencias académicas y profesionales de nuestros estudiantes: “En la sociedad del conocimiento no podemos ignorar el papel de la educación no formal en el desarrollo de las personas y las sociedades. Debemos crear puentes entre los métodos tradicionales de educación y los no formales para proporcionar a los jóvenes todas las habilidades y competencias necesarias para integrarse en el mercado laboral” (Burlacu, 2012, p. 867). En relación con las vocaciones STEAM, Land explica cómo “El impulso de la plataforma STEAM se deriva de la falta de creatividad e innovación en los recién graduados universitarios en los Estados Unidos”. La falta de creatividad, asociada a la innegable necesidad de innovación, hace necesaria esta inclusión. Land explica cómo en “nuestro sistema educativo enseña a los estudiantes cómo ejecutar tareas dadas con fluidez, pero rara vez fomenta la curiosidad y la automotivación” (Land, 2013, p. 548) dando a la dinámica STEAM un factor clave para paliar este tipo de carencias. Incluir el Arte+Ciencia y su perspectiva en los proyectos de Ingeniería y Diseño resulta una necesidad y parte del proceso de justificación de su necesidad.

RESULTADOS E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Si bien la creatividad es una competencia que se desarrolla en todos los programas de los cursos ordinarios de Educación Superior a través de los conocimientos, habilidades y logros, los caminos no estructurados para la innovación y el emprendimiento deben fomentarse a través de actividades fuera del aula. A modo de ejemplo concreto se va a describir de manera sucinta el proyecto de investigación e innovación ES NUESTRO (dentro del marco de la comunidad EELISA – *Industrial Design for Human*). Este proyecto es un espacio donde conviven el Arte+Ciencia al servicio de la comunidad y donde la participación ciudadana es un motor para la transformación. Compuesto por plataformas de aprendizaje y trabajo colaborativo en

las que se invitó a participar a toda la comunidad universitaria UPM (estudiantes, PDI y PAS) y a los vecinos de los barrios de Lavapiés y Embajadores, junto con profesionales de la mediación. Así pues, las plataformas son un punto de encuentro entre vecinos, estudiantes, instituciones y profesionales para cuestionar qué necesitan las personas del barrio y el barrio de las personas que lo habitan, para que este sea inclusivo y sostenible. Este proyecto desarrolla acciones concretas de interés conjunto con agentes socioeconómicos y culturales para la colaboración con nuestras comunidades locales de Lavapiés-Embajadores (centro-ciudad de Madrid) a partir del ODS11 (*Ciudades más sostenibles*). Los ODS y la implementación de competencias interculturales y artísticas (mediación, STEAM y ApS) en relación con la ciencia ciudadana es nuestro enfoque teórico (Moon, 1999; Eyller & Seifer, 1999). El análisis de los resultados de las actuaciones a través de la experiencia de los agentes participantes nos permitirá extraer unas conclusiones para desarrollar el enfoque de ApS en nuestro entorno con una perspectiva de sostenibilidad desde la Ingeniería y el Diseño.

Este proyecto cuenta con la participación y colaboración de la Asociación de Vecinos, Comerciantes y Vendedores de Lavapiés junto con otras entidades culturales de los barrios: Centro Dramático Nacional, Museo Nacional Centro Reina Sofía, La Casa Encendida - Fundación Montemadrid y Asociación Cultural La Parcería. En la figura 1 se muestran las diferentes fases del proyecto, temporización y actividades principales. A partir de esta experiencia piloto en la que han participado aproximadamente 100 participantes-colaboradores [el colectivo de mediación intercultural Es (tu)yo (encargados de la metodología y diseño colaborativo de las plataformas de aprendizaje), 20 estudiantes, 5 profesores/investigadores, 35 profesionales del arte y la mediación, y más de 35 vecinos de Lavapiés-Embajadores], además de apostar por STEAM y ApS como herramienta transversal en la formación de ingenieros y diseñadores, se creará una red de colaboración entre vecinos, entidades culturales y científicas del barrio que desarrollen diversas soluciones a los principales problemas y desafíos que se detectarán en las plataformas propuestas.



Fig. 1. Fases y calendario de ES NUESTRO (Elaboración propia).

Los resultados del proyecto se traducen en implicaciones didácticas que ayudan a generar espacios de encuentro en torno a los desafíos ecosociales propuestos en el ODS 11, espacios que muchas veces no son posibles en el marco de una asignatura o materia convencional. De ahí la necesidad de la creación y desarrollo de una actividad acreditable UPM de carácter opcional denominada *Arte, Ingeniería y Sociedad* que ofrece un marco de innovación educativa adecuado para la obtención de créditos, si el estudiante lo requiere. Además de otras ventajas como: dar estructura al programa, contabilizar las horas del profesorado, dar un marco de continuidad, etc. Este es quizás el resultado más significativo de avance dentro del currículo académico de una Universidad tecnológica e ingenieril como la UPM. Además, se está creando una plataforma estable de estudiantes y vecinos para promover la ingeniería aplicada al bienestar, la diversidad cultural y generacional, la sostenibilidad y la cohesión social en los barrios de Lavapiés-Embajadores. Con la creación de un protocolo de sinergias y de acción fomentan la participación en retos reales (STEAM) que parten del ejercicio de mediación de las plataformas, y que de esta misma forma se pueden traducir en futuros trabajos de investigación por parte de los estudiantes (TFG y TFM). Esos retos detectados a través de la mediación se transforman en trabajos académicos que se podrán implementar, aunque sea de forma parcial y piloto.

CONCLUSIONES

Una de las grandes ventajas de la metodología STEAM es que potencia los aspectos creativos a la vez que favorece las sinergias entre el arte y la ciencia. Debemos recordar que el desarrollo de las herramientas STEAM vino desde Estados Unidos para mejorar el potencial creativo y divergente que el arte puede ofrecer a las dinámicas STEM. Desde sus inicios, los centros de investigación más prestigiosos como el MIT, han hecho gala de su uso y se está extendiendo por todo el mundo (Bagiati, et al. 2018).

Este tipo de proyectos genera un método de enseñanza propio para el campo de la Ingeniería y el Diseño Industrial, en el que se promueve de manera instantánea en la propuesta metodológica la interdisciplinariedad, la colaboración, la horizontalidad, la conexión con el mundo académico y profesional, y el desarrollo humanístico y sostenible. Estos aspectos se integran perfectamente con los contenidos de la experiencia descrita.

En definitiva, este tipo de proyectos ofrecen mecanismos de escucha y acción social mucho más efectivos que ayudan a promulgar el papel del ingeniero en la sociedad actual.

AGRADECIMIENTO

El proyecto ES NUESTRO cuenta con el apoyo y acompañamiento de la Fundación Daniel y Nina Carasso, a través de su línea de apoyo *Nuevos Modelos*, dirigida a proyectos que ayuden al sector cultural a ganar en resiliencia y que promuevan nuevas formas de entender la cultura y su rol en la sociedad. El proyecto además se enmarca en varios proyectos de innovación educativa y ApS de la UPM.

REFERENCIAS

- Bagiati, A., Urrea, C., and Díaz, J. (2018). "The STEAM Camp Introducing Sustainable Development Goals in K-12." *Proceedings of the 46th SEFI Conference*, 17-21 September, Copenhagen, Denmark.
- Burlacu, A. G. (2012). "The Importance of Non-Formal Education and the Role of NGOs in its Promotion," Academic Excellence Workshop European Integration - Realities and Perspectives - International Conference.
- Caro, J. et al. (2020). *Terra Incognita: Libro blanco sobre transdisciplinariedad y nuevas formas de investigación en el Sistema Español de Ciencia y Tecnología*. PressBooks: Burgos.
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial. Universidad Politécnica de Madrid (2022a) Recuperado de:
https://www.etsidi.upm.es/Innovacion_y_emprendimiento/Emprendimiento/Seminario%20permanente%20SIE Accessed 6 June 2022.
- European Engineering Learning Innovation and Science Alliance (EELISA), <https://eelisa.eu/>, Accessed 9 May 2022.
- Eyler, J. and Seifer, S (1999). *Where's the learning in service-learning?* Jossey-Bass Publishers, San Francisco, CA.
- Land, M.H. (2013). "Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM," *Procedia Comput. Sci.*, 20, pp. 547-552.
- Moon J. (1999). *Reflection in learning and professional development*, Kogan Page Limited, Stylus Publishing Inc., London, UK.
- Pérez Matos, Nuria Esther, & Setién Quesada, Emilio. (2008). La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias: una mirada a la teoría bibliológico-informativa. *ACIMED*, 18(4) Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008001000003&lng=es&tlng=es.
- The governance models of the European University Alliances*, European University Association, March 2021, retrieved from <https://eua.eu/resources/publications/>, Accessed 9 May 2022.
- UNESCO (1997). International Standard Classification of Education, retrieved from http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/iscsed_1997.htm, Accessed 9 May 2022.

Los cobots como recurso educativo para desarrollar las competencias del alumnado de ingeniería en el ámbito universitario del Siglo XXI. Propuesta didáctica basada en el aprendizaje experiencial de Kolb

Eva María López^a, Clara López Santamaria^b, Sergio Ortiz^c y Miguel Ángel Mariscal^d

^a Departamento Ciencias de la Educación, Facultad de Educación, Universidad de Burgos, emplerea@ubu.es,, ^b Departamento de Filología Moderna, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Alcalá de Henares, c.lopezs@edu.uah.es ^c Departamento Ingeniería de Organización, Escuela Politécnica Superior Universidad de Burgos, sobarcina@ubu.es, ^d Departamento Ingeniería de Organización, Escuela Politécnica Superior Universidad de Burgos, mariscal@ubu.es.

Abstract

Next, a proposal for a didactic intervention defined on the foundations of Kolb's Experiential Learning Approach (1984) is presented. This initiative and the activity of the students become the essence of the proposed proposal, through which an approach to reality and problem solving is produced, using Cobots with students of the Master of Industrial Engineering of the Polytechnic School of Burgos.

Keywords: Cobots, skills, experiential learning, engineering.

Resumen

A continuación se presenta una propuesta de intervención didáctica definida sobre los fundamentos del Enfoque de Aprendizaje experiencial de Kolb (1984). Esta iniciativa y la actividad de los estudiantes, se convierten en la esencia de la propuesta planteada, a través de la cual, se produce un acercamiento a la realidad y a la resolución de problemas, utilizando Cobots con estudiantes del Master de Ingeniería Industrial de la Escuela Politécnica de Burgos.

Palabras clave: Cobots, competencias, aprendizaje experiencial, ingeniería.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En las últimas décadas se ha evidenciado la necesidad de formarse en temas relacionados con la robótica, surgiendo así la robótica pedagógica como un área de estudios universitaria. Los desarrollos y avances mundiales justifican la necesidad creada por el mundo empresarial, para que las instituciones educativas quieran incorporar la robótica en sus planes de estudios.

Vivet (1989) definió la robótica pedagógica como “la actividad de concepción, creación y puesta en funcionamiento, con fines pedagógicos, de objetos tecnológicos que son

reproducciones reducidas, muy fieles y significativas, de los procesos y herramientas robóticas que son usados cotidianamente, sobre todo en el medio industrial”.

La robótica, en especial la robótica móvil, maneja diversas áreas del conocimiento lo que permite generar la interdisciplinariedad en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, fundamentando la construcción de proyectos que facilitan al estudiante, explorar para apropiarse conceptualmente de los temas tratados, estructurar una planeación que le facilita solucionar el problema al que se enfrenta, organizar procesos y recursos, acercarse a la realidad por medio de las simulaciones, para finalmente construir prototipos que evidencien la satisfacción de los requerimientos de la situación planteada.

Por esta razón, varios grupos de investigadores de la Universidad de Burgos han diseñado una propuesta de intervención didáctica, ligada al beneficio que los estudiantes pueden obtener desde el marco de la asignatura de *“Dirección de la producción y proyectos”* del Master de Ingeniería Industrial. Ha sido necesario pensar en las competencias sociales, cognitivas y tecnológicas a favorecer y los niveles de apropiación que se promueven desde esta iniciativa didáctica.

PROPUESTA METODOLÓGICA

Para trabajar las competencias de la asignatura, se decide aplicar el *Enfoque de Aprendizaje Experiencial* que alude al aprendizaje vinculado a la experiencia. Las sesiones prácticas desarrolladas en el curso de *“dirección de la producción y proyectos, toman como referencia el enfoque de Kolb quien lo definió como el “el proceso por el cual el conocimiento se crea a través de la transformación provocada por la experiencia”* (Kolb, 1984: 37).

Kolb (1984) fundamentó su trabajo sobre las propuestas de Kurt Lewin, quien afirmaba que un aprendizaje es posible si se completa un ciclo de acciones que incluyan experiencias, observación, abstracción de la misma y la posibilidad de probar las implicaciones de dicha experiencia en situaciones nuevas (Yániz y Villardón, 2015). Kolb sostenía la idea de que cuando una persona aprende, tiende a centrar su actividad cognitiva en uno de los cuatro cuadrantes del ciclo experiencial de Lewin, ya que no es necesario completar un ciclo en cada aprendizaje (Kolb, 1984). A continuación, se presenta una figura explicativa del proceso que sigue el sujeto que aprende

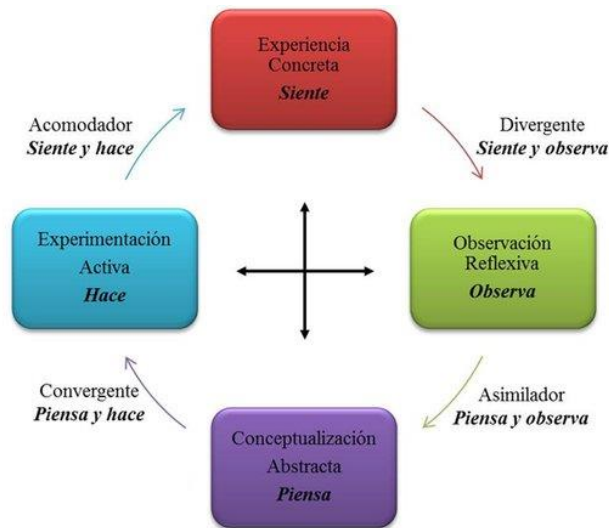


Figura 1. Etapas del aprendizaje. Adaptado de Kolb (1984)

La experiencia concreta o contexto experiencial

El aprendizaje se origina en un contexto de aula, y a partir de concepciones previas, ideas y experiencias que los alumnos tienen de los robots colaborativos y de la aplicación al mundo industrial. Este planteamiento pretende situar al alumno ante el nuevo aprendizaje con plena conciencia.

Los objetivos perseguidos en esta fase son:

- Motivar para aprender e investigar desde la experiencia con cobots.
- Vincular el contenido ofrecido en el aula con problemas y situaciones reales.
- Dotar de significado al aprendizaje y favorecer la comprensión profunda de nuevos contenidos.
- Generar conflictos cognitivos y superar errores que interfieren en el aprendizaje.
- Mostrar la funcionalidad de los nuevos aprendizajes.

El resultado en esta fase es un acercamiento entre la realidad y el conocimiento por un lado y por otro, el conocimiento personal como aprendiz, ya que, con la evaluación inicial, se ha favorecido el conocimiento de las propias fortalezas y carencias para aprender.

Observación reflexiva

En esta fase se trata, que el alumno comprenda y ordene sistemáticamente la realidad percibida. Para lograrlo se plantea la observación reflexiva de diferentes aspectos de la experiencia con cobots, lo que facilita dirigir al alumno hacia el planteamiento de preguntas y a la búsqueda de respuestas suscitadas por el funcionamiento del robot colaborativo. De esta forma lo aprendido comienza a tener sentido para el alumno. Esta fase facilita la implicación y la personalización del proceso de aprendizaje.

Los objetivos de esta fase son:

- Involucrarse emocionalmente en las actividades.
- Aprender escuchando y compartiendo ideas con los compañeros.
- Interiorizar la realidad.
- Percibir información concretamente y procesarla reflexivamente.
- Interesarse por las personas y su cultura.
- Creer en la propia experiencia.
- Analizar situaciones concretas desde distintas perspectivas.
- Intensificar la integración social.
- Reforzar la imaginación y la innovación.
- Responder a los porqués.

El resultado de esta fase facilitará ayudar al alumno a tomar conciencia de lo que no sabe, así como de todas aquellas cuestiones que han quedado pendientes (Yániz y Villardón, 2015).

Conceptualización abstracta

En la asignatura de Dirección de la producción y proyectos, la conceptualización abstracta pone el énfasis en la construcción del conocimiento, más que en el mero aprendizaje reproductivo. Por esta razón la metodología planteada insiste en el trabajo activo, siendo fundamental para la dimensión “construir conocimiento de manera activa y consciente” (Gallardo, Suarez y Ferreras, 2007).

Los objetivos de esta fase son:

- Alfabetizar en una temática determinada.
- Comprender conceptos y teorías fundamentales de la asignatura.
- Comparar teorías.
- Identificar referentes teóricos para reformular problemas y el enfoque de la solución.
- Elaborar esquemas.

La aportación más importante en esta fase a la competencia para aprender se relaciona con la dimensión de construcción de conocimiento (Gallardo, Suarez y Ferreras, 2007; Monereo y Castelló, 1997).

Experimentación activa o aplicación

En esta fase se lleva a cabo la aplicación de lo aprendido. Se introduce el trabajo colaborativo que requiere de la aplicación de diferentes funciones y tareas que deben desempeñar los miembros del grupo de trabajo.

Los objetivos de esta fase son:

- Contrastar a través de la práctica, las propuestas teóricas, facilitando la verificación de su valor explicativo.
- Identificar las mejores estrategias para llevar a cabo una tarea.
- Comparar métodos y recursos para lograr el objetivo.

- Valorar las posibilidades y limitaciones de distintas prácticas para resolver problemas o mejorar situaciones.
- Realizar una investigación.
- Estudiar los efectos y consecuencias de las técnicas aplicadas a situaciones de aprendizaje concretas.

Esta fase contribuye a la transferencia del aprendizaje y tiene un gran potencial para trabajar características como la autogestión, en la medida en que se proponen tareas de planificación y toma de decisiones a medio plazo para lograr los objetivos planteados (Yániz y Villardón, 2015:41).

RESULTADOS ESPERADOS

Las metas que se persiguen con el trabajo con cobots desde la asignatura “Dirección de la producción y proyectos” son:

1. Capacitar al alumno para la elaboración y dirección de proyectos utilizando robots colaborativos.
2. Dotar al alumno de los conocimientos fundamentales para el diseño de sistemas productivos y para la gestión de la producción utilizando cobots.
3. Capacitar a los alumnos para integrar la producción, con prevención de riesgos laborales, calidad, medio ambiente y el resto de unidades de gestión de la empresa.
4. Capacitar al alumno en competencias para que pueda gestionar, planificar y realizar el seguimiento de proyectos en los que se utilizan cobots.

El planteamiento del aprendizaje basado en el modelo Kolb, tiene implicaciones para la evaluación del alumno. Para ello se debe evaluar desde la simulación de situaciones reales a resolver, no solo los conocimientos adquiridos, sino las competencias relacionadas con el título. Para ello se debe:

- **Formular de metas o resultados de aprendizaje**, identificando lo que se espera que aprendan en términos de desempeño.
- Determinar **criterios** indicando la consecución de cada resultado de aprendizaje a través de cualidades de la producción y el establecimiento de su ponderación, de acuerdo a su importancia.
- Desglosar cada criterio en **indicadores** observables, que permitan inferir el grado de presencia del criterio a través de rubricas de nivel.
- Seleccionar **evidencias** que informen de forma válida de los indicadores establecidos, convirtiéndose en soporte de la información de los indicadores. Valoración de los indicadores analizando las evidencias en base a los niveles de logro.
- **Calificar de manera integrada** considerando los niveles alcanzados en los indicadores observables en diferentes evidencias y la importancia de los mismos como muestra del nivel de aprendizaje (ponderación).

CONCLUSIONES

El trabajo con robots colaborativos nos facilita trabajar mediante proyectos, lo que permite desarrollar competencias que en el modelo laboral actual y futuro, son necesarias, por lo que el trabajo con cobots se debe fundamentar sobre una metodología de aprendizaje, que apoye la experimentación desde campos como la tecnología y la ciencia, fomentando un espíritu emprendedor donde el alumno sea el protagonista de su aprendizaje.

REFERENCIAS

- Vivet, M. (1989). Robotique pédagogique, soit... mais pour enseigner quoi. Actes du 1er congrès francophone de robotique pédagogique, 7-16.
- Yániz, C. y Villardón, L. (2015). Competencia para aprender en L. Villardon- Gallego (Coord.). Competencias genéricas en educación superior. Metodologías específicas para su desarrollo (pp 25-54). Madrid. Narcea.
- Monereo, C. y Castelló, M. (1997). Las estrategias de aprendizaje. Cómo incorporarlas a la práctica educativa. Barcelona: Edebé.
- Kolb, DA (1984). Aprendizaje experiencial: La experiencia como fuente de aprendizaje y desarrollo. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Gallardo, B., Suarez, J. y Ferreras, A. (2007). Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. Revista de investigación educativa, 25(2), 421-441.

Microdebates: Una metodología activa con trasfondo social para desarrollar pensamiento crítico en estudiantes de ingenierías industriales. El caso de la globalización versus localización en la producción

María José Cano Iglesias^a, María Jesús Martín Sánchez^b, Francisco de Sales Martín Fernández^c y Antonio Joaquín Franco Mariscal^d

^aUniversidad de Málaga, mjcano@uma.es, ^bUniversidad de Málaga, mjmartin@uma.es, ^cUniversidad de Málaga, fdmartin@uma.es, ^dUniversidad de Málaga, anjoa@uma.es.

Abstract

The development of argumentation and decision making is essential in the training of industrial engineers in order to have critical thinking skills. This paper presents the results of a debate on globalization versus localization implemented with students of the Degree in Industrial Technologies Engineering of the University of Malaga, which indicate that the debaters use scientifically inaccurate arguments, having an important effect on the decision change before and after the debate.

Keywords: Critical Thinking, Argumentation, Decision Making, Industrial Engineering Students.

Resumen

El desarrollo de la argumentación y toma de decisiones es fundamental en la formación de ingenieros industriales para disponer de pensamiento crítico. Este trabajo presenta los resultados de un debate sobre globalización vs. localización implementado con estudiantes del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la UMA, que indican que los debatientes usan argumentos científicamente poco precisos, teniendo un efecto importante en el cambio de decisión antes y después del debate.

Palabras clave: Pensamiento Crítico, Argumentación, Toma de decisiones, Estudiantes de Ingenierías Industriales.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Actualmente, la concepción de la ingeniería plantea una transformación del modelo educativo, desde uno centrado en la enseñanza, a otro que haga mayor énfasis en el aprendizaje. La formación de ingenieros se entiende como un sistema vivo, dinámico, como un sistema de aprendizaje que posibilite metodologías para aprender y enseñar, siendo su propósito fundamental el desarrollo integral del estudiante de ingenierías, como persona y solucionador de problemas en su contexto social (Capote, 2016).

Se trata de proponer estrategias que permitan el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de ingenierías, lo que contribuirá a mejorar los proyectos que habitualmente realizan. Estas habilidades de pensamiento crítico deben ser promovidas a través de un plan formativo integral (Carrillo, 2017), siendo esta una tarea difícil ya que el pensamiento crítico es un proceso complejo formado por diferentes habilidades. Entre ellas, se encuentra la argumentación y la toma de decisiones (Blanco, 2017). La argumentación ayuda a los estudiantes a mejorar su razonamiento científico (Bogar, 2019) ya que necesitan justificar conclusiones, que pueden ser desafiadas por otras ideas. Además, al contrastar ideas, los estudiantes tienen la oportunidad de evaluar sus concepciones y aprender otras nuevas, favoreciendo así la construcción y asimilación de nuevos conceptos (Benegas, 2013). Respecto a la toma de decisiones supone identificar las diferentes opciones disponibles a partir de los datos proporcionados, utilizando pruebas adecuadas y un conocimiento científico para apoyar una opción y rechazar las demás (Acar, 2010).

Sin embargo, la literatura reciente muestra que los estudiantes de ingenierías tienen poco desarrolladas ambas habilidades y que se requieren metodologías activas para fomentarlas (Escudeiro, 2011). Una metodología activa de interés es el debate ya que permite que los estudiantes a través de la argumentación puedan organizar el pensamiento racional y afectivo ante la exposición de distintas posturas, ideologías y juicios, así como emplear la persuasión y la contraargumentación (Carrillo, 2017). Aplicados a la enseñanza de la ingeniería, los debates permiten abordar de forma fundamentada y basándose en pruebas, diferentes problemas de la ciencia y la tecnología relacionados con la sociedad. Por tanto, se muestran muy idóneos para conseguir una transformación social desde la enseñanza de las ingenierías.

Con el objetivo de fomentar y mejorar las habilidades de argumentación y toma de decisiones, se desarrolló un programa formativo sobre pensamiento crítico para estudiantes de ingenierías industriales, que incluye la actividad *Microdebates*, debates de corta duración sobre temas relacionados con la ingeniería con un trasfondo social. Este trabajo presenta los resultados de un *Microdebate* sobre la globalización versus la localización en la producción.

METODOLOGÍA

La muestra de este estudio fueron 33 estudiantes (7 mujeres y 26 hombres) de la asignatura *Ingeniería de Fabricación*, de segundo curso del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Málaga, durante el curso académico 2021/22. La actividad *Microdebate* se desarrolló a lo largo de toda la asignatura, participando los estudiantes en grupos de tres en distintos debates de 15 minutos sobre diferentes problemas científico-tecnológicos de carácter social.

Previo al debate, la profesora llevó a cabo una sesión formativa donde expuso cómo diferentes autores entienden la argumentación en el ámbito científico-tecnológico, haciendo hincapié en su importancia en la vida diaria, en la educación científica y en su contribución al pensamiento crítico. Se mostraron el modelo de argumentación de Toulmin (1958) y una versión simplificada del mismo (Jiménez, 2010). Como actividades formativas previas al *Microdebate*, a través de ejemplos sencillos, se pidió identificar los elementos esenciales de un buen argumento (pruebas, justificación y conclusión) para posteriormente elaborar y analizar

argumentos completos y contraargumentos. Se pretendía que reconocieran la importancia de refutar argumentos y conocer las ideas científicas previas.

Una vez formados los grupos de tres estudiantes, se les asignó a cada uno un tema científico-tecnológico a debatir y se fijó un rol a cada uno, de forma que un estudiante actuara de presentador, y los otros dos defendieran posturas opuestas. Previo al acto de debate, se les solicitó que cumplimentaran una ficha, indicando pruebas y fuentes consultadas para las posturas que defendían. Cada grupo debatiente dispuso de una semana para elaborar sus argumentos.

La estructura del debate fue: (a) Intervención del presentador/a, que expone en 3 minutos el problema a debatir apoyándose en una presentación digital; (b) intervención breve del estudiante a favor y en contra del problema (1-2 minutos por persona); y (c) tiempo de debate entre ambas posiciones (5 minutos). El caso que aquí se discute se planteó con la pregunta ¿Qué consideras que es mejor la globalización o la localización en la producción? Todos los estudiantes, debatientes y oyentes, debían tomar una decisión argumentada sobre el problema antes y después del *Microdebate*.

Estas respuestas se analizaron de acuerdo con los tres elementos de un argumento (evidencia, justificación y conclusiones). En el análisis se consideraron el número de pruebas, tipo y calidad en cuanto al nivel de adecuación y precisión al conocimiento científico-tecnológico. Para el análisis se utilizó una rúbrica, que se estableció por consenso entre los investigadores (autores del trabajo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado presenta un análisis cualitativo de los argumentos y decisiones mostradas por los alumnos oyentes y participantes en diferentes momentos: antes, durante y después del debate.

3.1. Toma de decisión inicial

Inicialmente, los estudiantes estaban divididos por igual en su elección. El 54,55% estaba a favor de la globalización en la producción, usando argumentos como “[...] porque suele ser más barato” (Alumno 16), mientras que el 45,45% estaba a favor de la localización, empleando expresiones como “[...] por la creación de puestos de empleo y contribución a la economía local” (Alumno 7). Como se aprecia en los ejemplos, que pueden extenderse al resto de alumnado, los argumentos se limitaban a un número de pruebas escasos (uno para el alumno 16 y dos para el alumno 7), son del mismo tipo puesto que se refieren a aspectos económicos y de baja calidad ser términos muy ambiguos y sin carácter científico-tecnológico.

3.2. Argumentación durante el debate

En el *Microdebate*, los alumnos presentaron sus argumentos en base a pruebas obtenidas de las fuentes a las que consultaron durante los días de preparación. Algunas pruebas expuestas por el presentador fueron: “la globalización empuja hacia la creación de empresas globales que den respuestas a un mercado mundial y homogeneizado”, o “[...] la ruptura de la cadena de suministros actual ha provocado una carencia de productos básicos [...]”. A continuación, cada debatiente defendió su postura. El alumno a favor de la globalización

utilizó argumentos como “[...] una de las principales ventajas es el libre comercio de bienes y servicios a nivel mundial [...]”, “la globalización ha mejorado condiciones de vida en los países en desarrollo. [...] la pobreza extrema se ha reducido en un 35% desde 1990” o “uno de sus aspectos más favorables es el desarrollo tecnológico que ha evolucionado gracias a la posibilidad de diversificar fabricación de componentes”. Algunos ejemplos de argumentos dados por el estudiante que defendió la localización fueron: “[...] la localización trata de manera específica cada mercado y región [...] presenta más flexibilidad y adaptación. Los modelos globales son más rígidos y masivos”, “las grandes empresas han obtenido enormes beneficios y las pequeñas empresas locales han visto mermar sus ingresos [...], los trabajadores han perdido capacidad adquisitiva” o “las empresas prefieren instalar sus fábricas en lugares donde las regulaciones ambientales no sean estrictas”.

Durante el tiempo de debate los participantes establecieron un diálogo fluido, refutando los argumentos del oponente.

3.3. Toma de decisión final

Tras el *Microdebate*, los estudiantes emplearon argumentos más claros y precisos para justificar la conclusión. Además, el porcentaje de estudiantes a favor de la globalización aumentó (63,64%). De los estudiantes que inicialmente preferían localización, un 18,18% cambió de postura después del debate. Uno de los argumentos dados fue: “*Veo más favorable la globalización en la producción ya que nos beneficia en ciertos aspectos, por ejemplo, bajada de precios de los productos debido a la mayor disponibilidad de ellos alrededor del mundo*” (Alumno 5). El alumnado a favor de la localización disminuyó hasta el 36,36%. De los que inicialmente estaban a favor, un 9,09% procedía de un cambio de decisión. Un ejemplo de argumento usado fue: “*Es cierto es que la globalización debería ser mejor, pero en realidad se produce explotación en países [...] y la monopolización*” (Alumno 21). Tal y como se aprecia en estos ejemplos, algunos estudiantes empiezan a hacer suyas las pruebas presentadas por sus compañeros en el *Microdebate* en ambas posturas, presentando mayor número y tipos de pruebas.

CONCLUSIONES

Este trabajo muestra la actividad *Microdebate* como una metodología activa para enseñar a ingenieros industriales a desarrollar habilidades de argumentación y toma de decisiones ante problemas científico-tecnológicos con trasfondo social. Los resultados revelan que los estudiantes deben mejorar estas habilidades del pensamiento crítico hacia la elaboración de argumentos de mayor calidad que incluyan más pruebas y justificaciones, lo que les permitirá tomar decisiones de una forma más crítica. Para ello, es importante que el profesor dedique un tiempo en el aula a analizar algunos de los argumentos producidos por los estudiantes en el debate para que identifiquen la calidad de las pruebas y justificaciones utilizadas y hagan propuestas para mejorar dichos argumentos. Se observa también que varios de los argumentos dados tuvieron un impacto en el cambio de decisión de algunos estudiantes, lo que refuerza la importancia de que los argumentos y contraargumentos que se empleen sean de calidad. Finalmente, resaltar que esta actividad pretende fomentar una transformación social desde la educación, entendiéndose como un proceso abierto y continuo que genere las

Microdebates: Una metodología activa con trasfondo social para desarrollar pensamiento crítico en estudiantes de ingenierías industriales. El caso de la globalización versus localización en la producción.

condiciones para el desarrollo de una ciudadanía crítica, responsable y comprometida tanto a nivel individual como colectiva, dando lugar a una sociedad más justa y equitativa.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto I+D+i del Plan Nacional PID2019-105765GA-I00 titulado “Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España en 2019.

REFERENCIAS

- Acar, O., Turkmen, L., y Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision making research findings: Crossing the borders of two research lines. *Int. J. Sci. Educ.*, 32(9), 1191–1206
- Benegas, J. (2013). *El aprendizaje activo de la Física Básica Universitaria*. Santiago de Compostela: Andavira.
- Blanco, A., España, E., y Franco-Mariscal, A.J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice*, 1(1), 107-115.
- Bogar, Y. (2019). Synthesis study on argumentation in science education. *International Educ. Studies*, 12(9), 1-14.
- Capote, G., Rizo, C., Bravo, C.G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Universidad y Sociedad*, 8(1), 21-28
- Carrillo, S., y Nevado, K. (2017). El debate académico como estrategia didáctica para la formación de competencias argumentativas y la aproximación al diálogo científico. *Rastros Rostros*, 34(19), 18-30.
- Escudeiro, N., Barata, A., y Lobo, C. (2011). Enhancing students teamwork and communication skills in international settings. *Proceedings of 2011 International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (I THET 2011)* (pp. 57-64). Turkey: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Jiménez, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Acciones educativas para motivar a alumnos con perfil electrónico en una asignatura de perfil químico como *Sensores y Biosensores*

Andrea Bernardos Bau^{a,b,#}, Patricia Noguera Murray^{a,b,#}, Vicente Martí Centelles^{a,b}, Susana Querol Magdalena^b, Enrique Rico Inglada^b, Patricia Esteve Ciudad^b y Nuria Pastor Navarro^b

^aInstituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM) Universitat Politècnica de València, Universitat de València. Camino de Vera, s/n. 46022, Valencia, Spain.

^bDepartamento de Química, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n. 46022, Valencia, Spain.

Estos autores han contribuido igualmente a este trabajo.

Email: pnoguera@qim.upv.es, anberba@upvnet.upv.es.

Abstract

The students of the Degree in Industrial Electronic Engineering and Automation of the Polytechnic University of Valencia are reluctant to take subjects with a chemistry orientation. This paper presents strategies done in the Implemented within the subject ***Sensors and Biosensors*** delivered in English, i.e., inclusion of a large number of practical sessions. All the strategies have only one goal: to involve the student in his/her learning process.

Keywords: chemical motivation, multilingual environment, multidisciplinary environment, laboratory practices.

Resumen

Los alumnos de Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de la Univesitat Politècnica de València son reacios a cursar asignaturas de la orientación de química. En el presente trabajo se presenta las innovaciones educativas realizadas para motivar a estos alumnos que cursan la asignatura de ***Sensors y Biosensors*** (en inglés) como es la realización de un gran número de prácticas, con el fin de involucrar al alumno en su proceso de aprendizaje.

Palabras clave: motivación química, entorno multilingüe, entorno multidisciplinar, prácticas de laboratorio.

¿Cómo motivar a un alumno con perfil electrónico en una asignatura de perfil químico como Sensores químicos y biosensores?

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Una de las tareas fundamentales de un profesor universitario es inspirar en el alumno el deseo de aprender con el fin de hacerle partícipe de su proceso de aprendizaje. En este sentido, las actividades experimentales juegan un papel crucial en la promoción de actitudes hacia el aprendizaje científico, especialmente en el ámbito universitario. Por ello, las clases prácticas de laboratorio deben ser una parte muy importante de la docencia, ya que en ellas los alumnos pueden afianzar conceptos teóricos y adquirir diferentes destrezas procedimentales y actitudinales (Reid, 2007). Tradicionalmente, en las prácticas químicas, el alumno sigue un procedimiento escrito al pie de la letra, intentando conseguir el mismo dato que sus compañeros, sin tener una visión global del proceso que está realizando y no entendiendo cómo interpretar los resultados experimentales. Sin embargo, no toda la culpa la tiene el alumno, ya que hay que reconocer (Figura 1) que éste recibe y debe procesar una ingente cantidad de información (Reid, 2007; Carnduff, 2003; Noguera, 2011). El hecho que algunos alumnos asisten a las prácticas de laboratorio con actitud pasiva e incluso rechazo, implica que proceso de aprendizaje no se optimice y que los recursos se infrutilicen. Por ello, cualquier acción que consiga su implicación, conseguirá facilitar su aprendizaje y evitar así el abandono. Una de las posibles acciones, es realizar tareas pre-laboratorio, ya que con ellas se consigue reducir la sobrecarga de información que éste recibe, permitiendo que la sesión se centre en lo importante. De este modo se aumenta el aprendizaje y se favorece la actitud positiva del alumno (Johnstone, 2001; Noguera, 2011). Por otro lado, una buena preparación reduce la ansiedad y aumenta la confianza de los alumnos, lo que se traduce en una experiencia más productiva y un aprendizaje más positivo (McKelvy, 2008; Llorens-Molina, 2009). Por todo ello, el objetivo del presente artículo es mostrar las actuaciones realizadas en la asignatura **Sensors and Biosensors** con la idea de implicar a los alumnos de Ingeniería electrónica en su proceso de aprendizaje.

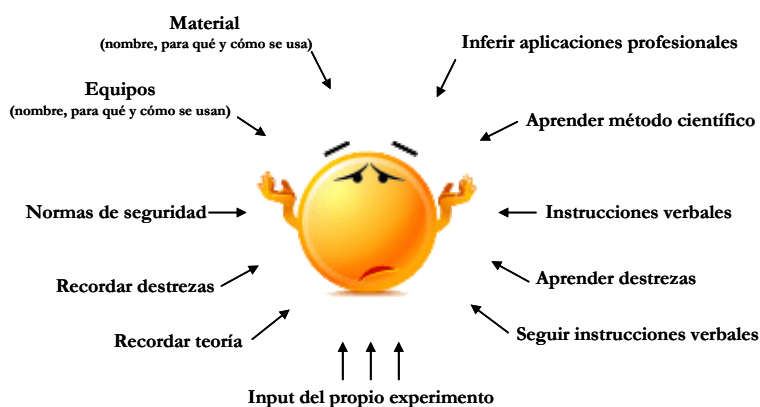


Fig. 1. Fuentes de información de un alumno en un laboratorio de química (creación propia).

2. METODOLOGÍA

2.1. Génesis de la asignatura.

La asignatura que se presenta en este trabajo es **Sensors and Biosensors**, una asignatura optativa de 4,5 créditos que se imparte en el tercer curso del Grado de Ingeniería Electrónica

¿Cómo motivar a un alumno con perfil electrónico en una asignatura de perfil químico como Sensores químicos y biosensores?

Industrial y Automática (IEIA) en la Escuela de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Esta asignatura empezó a impartirse en el curso 2020-21. Con la asignatura **Sensors and Biosensors** se pretende introducir a los estudiantes en el interesante mundo de los sensores y biosensores y brindar una visión de sus aplicaciones prácticas en la ciencia, la medicina, la química y la biotecnología, así como recalcar su creciente importancia comercial e industrial. Por ello, desde la génesis de esta se partió de la premisa de que la asignatura debía ser principalmente práctica, lo que implica que la docencia está repartida por igual en créditos de aula y de laboratorio. Seguidamente, se va a comentar algunas de las innovaciones educativas introducidas en esta asignatura como son la selección y el cronograma de las diferentes prácticas, así como la redacción de los guiones las mismas. Estas acciones tienen una única motivación: implicar al alumno en su aprendizaje.

2.2. Elección de prácticas y cronograma de la asignatura.

Los alumnos que acceden a esta asignatura desde el grado de IEIA tienen una formación química muy básica. Es verdad que han estudiado conceptos generales de química en el primer curso, pero no han visto cómo estos conceptos pueden aplicarse para obtener información química mediante el uso de sensores químicos (y biosensores). Por ello es necesario adaptar los conceptos impartidos (y las actividades) a su nivel. Todas las sesiones de laboratorio tienen una duración de tres horas y, tal y como se puede ver en la Tabla 1, con ellas se incluyen todas las unidades didácticas. Las prácticas se realizan tras abordar en clase los conceptos teóricos y, dada la escasa formación química de los alumnos, las sesiones se plantearon de tal forma que estos fueran adquiriendo destrezas de laboratorio cada vez más complejas. Es importante resaltar que en todas y cada una de las prácticas los alumnos cuantifican la cantidad de una especie en muestras reales de diferentes campos como puede ser té, vino, fertilizantes, agua o ambiente, poniendo así de manifiesto los diferentes campos de aplicación de los sensores.

Tabla 1. Unidades temáticas abordadas en las diferentes prácticas

Práctica	Unidad temática				
	Conceptos básicos de sens.	Sens. ópticos: UV-Vis	Sens. ópticos: Fluorescencia y otros	Sens. Electroquím. y eléctricos	Biosens.
Calidad de un sensor	X	X			
Textiles inteligentes	X	X		X	X
Det. colorimétrica de Cu ²⁺	X	X			
Det. fluorescente de Ni ²⁺	X		X		
Det. electroquímica de Cu ²⁺				X	
Biosensores					X
Sensores comerciales	X	X	X	X	X

2.3. Redacción del guion de prácticas.

En la Tabla 2 se muestra los apartados incluidos en cada uno de los guiones para ayudar a una mejora en la redacción de los mismos.

Además de los habituales apartados que aparecen en los guiones de prácticas, se han incluido los siguientes apartados: **Actividades pre-laboratorio**, en el que se incluye (entre otros) la

¿Cómo motivar a un alumno con perfil electrónico en una asignatura de perfil químico como Sensores químicos y biosensores?

realización de un diagrama de flujo de la práctica. De este modo, el alumno sabe de antemano, los pasos que va a realizar. Además, se incluye **Procedimientos de seguridad y limpieza** a seguir, ya que es importante que el alumno sea consciente de que debe trabajar con seguridad y que los residuos generados deben tratarse de forma adecuada. Dado que el alumno no está habituado a la realización de informes de prácticas de tipo químico, en el apartado **Informe a presentar** se indica los ítems que debe incluir el informe de laboratorio (gráficas, conclusiones, diagramas, etc.).

Tabla 2. Apartados de los guiones de prácticas

1. Introducción	5. Procedimientos de seguridad y limpieza
2. Objetivos a alcanzar	6. Procedimiento experimental
3. Actividades pre-laboratorio	7. Informe a presentar
4. Material y reactivos	8. Bibliografía

3. RESULTADOS

Con el fin de verificar si las innovaciones introducidas en la asignatura **Sensors and Biosensors** consiguen que el alumno se involucre en su proceso de aprendizaje, se realizó un cuestionario en el que se han incluido preguntas referentes a: trabajo en equipo, motivación, aprendizaje, dificultades encontradas, etc.

De los 18 alumnos matriculados, 14 contestaron la encuesta, 5 de la UPV y el resto alumnos Erasmus. Dos tercios de los alumnos cursan algún grado relacionado con la ingeniería electrónica o similar (por ejemplo, mecatrónica), y el resto cursan grados que se podrían denominar “bio”, relacionados con la ingeniería agronómica, ingeniería biomédica o tecnología de los alimentos.

Cuando se les pregunta por el idioma, y aunque la mayoría de los alumnos UPV tiene un grado B1 o B2, y la mayoría de los extranjeros un nivel B2 o C1; todos los alumnos indican que no han tenido problemas con el idioma a la hora de seguir las clases de la asignatura, y que los materiales aportados son adecuados.

De las respuestas se observa que los alumnos valoran positivamente la dinámica de la asignatura y consideran que están aprendiendo conceptos novedosos. La mayoría indican que les gusta la asignatura y que están aprendiendo muchas cosas nuevas. Sin embargo, un 43 % indica que es consciente de que adolecen de algún concepto químico para entender algún aspecto de la asignatura, lo que les obliga a utilizar las tutorías. Por otro lado, los alumnos piensan que la alternancia semanal de sesión teórica/sesión de laboratorio les facilita el aprendizaje. Finalmente, la mayoría de ellos recomendarían la asignatura a un compañero (Tabla 3).

Tabla 3. Respuestas de los alumnos a dos preguntas de la encuesta.

¿Recomendarías la asignatura a un compañero?
<i>Si, ya que se abordan temas muy interesantes</i>
<i>Si, es muy interesante, y es un poco diferente a las otras asignaturas de mi grado (electrónica)</i>
<i>Si. En esta asignatura se puede aprender como trabajar con un compañero de otro país y está diseñada para alumnos Erasmus y españoles</i>
<i>Si, la recomendaría, ya que es muy interesane, pero le advertiría del contenido en química</i>

¿Cómo motivar a un alumno con perfil electrónico en una asignatura de perfil químico como Sensores químicos y biosensores?

Si, únicamente si quieren realizar un curso un poco alejado de lo habitual en electrónica
Si, mucha aplicación práctica en el laboratorio

¿Te gusta trabajar con compañeros de otros países y titulaciones?
<i>Sí, es fácil conocer nuevas personas y ver cómo trabajan</i>
<i>Si especialmente trabajar con colegas de otros países y conocer las diferencias entre nosotros</i>
<i>Si, ya que algunas veces hacen cosas de forma diferente a como lo hago yo, y eso es interesante</i>
<i>Sí, me gusta encontrarme con nuevas personas y culturas</i>
<i>Si, ya que puedo practicar mi inglés con otros compañeros que no hablan español</i>
<i>Sí, porque hablamos siempre inglés y conozco personas de diferentes países</i>

En el siguiente gráfico (ver Figura 2) se puede observar la respuesta positiva de las preguntas realizadas a los alumnos relacionados con cómo han encontrado la asignatura.

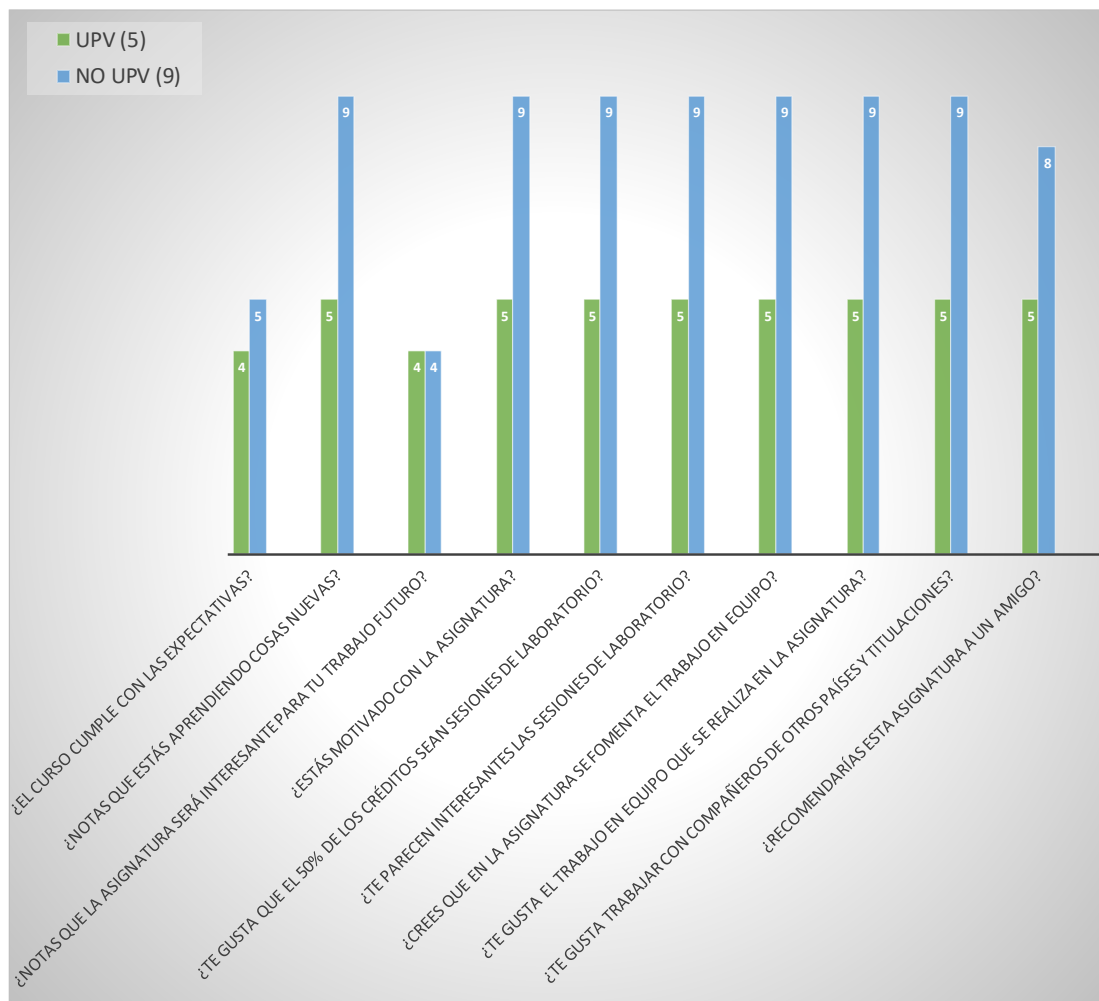


Fig. 2. Gráfico representativo de la encuesta realizada a los alumnos de Sensors and Biosensors (creación propia).

¿Cómo motivar a un alumno con perfil electrónico en una asignatura de perfil químico como Sensores químicos y biosensores?

4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo sobre la asignatura “Sensors and Biosensors” se muestra que hay que seguir realizando acciones para mejorar el proceso de aprendizaje del alumno. Sin embargo, se observa claramente cómo la introducción de innovaciones ha permitido involucrar al alumno con un perfil de ingeniería en el aprendizaje de una asignatura con gran componente químico, incrementando así la implicación en su proceso de aprendizaje.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Departamento de Química y a la Escuela Técnica Superior de la Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de Valencia los medios necesarios para poder cursar y realizar parte del trabajo que se presenta en este artículo docente.

6. REFERENCIAS

- Carnduff, J., and Reid, N. (2003). Enhancing undergraduate chemistry laboratories: pre-laboratory and post-laboratory exercises, *Royal Society of Chemistry*.
- Johnstone, H. and Al-Shuaili, A. (2001). Learning in the laboratory; some thoughts from the literature, *University Chemistry Education*, 5, 42-51.
- Llorens-Molina, J. A. (2009). Design and assessment of an online prelab model in general chemistry: A case study”, *Journal of the Research Center for Educational Technology*, 4, 15-31.
- McKelvy, G. M. (2008). Preparing for the chemistry laboratory: An internet presentation and assessment tool, *University Chemistry Education*, 2, 46-49.
- Noguera, P., Tortajada, L.A., Boronat, J., y Herrero, M.A. (2011). Auto-evaluación previa a las prácticas de laboratorio químico: introducción al auto-aprendizaje. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 187, 267-272.
- Reid, N. and Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry, *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 172-185.

Concurso de iluminación ornamental y artística de edificios: caso de éxito de enseñanza en Ingeniería basada en proyectos

Fco. Ramón Lara Raya^a, José Zamora Salido^b, Juan Cantizani Oliva^c, Eduardo Ruiz Vela^d, Fco. Javier Jiménez Romero^e y José Ramón González Jiménez^f

Escuela Politécnica Superior de Córdoba, Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Automática, ^ael1laraf@uco.es, ^bel1zasaj@uco.es, ^cp02caolj@uco.es, ^del1ruvee@uco.es, ^efjjimenez@uco.es, ^fp22gojjj@uco.es.

Abstract

Project-based learning is common in engineering studies. In addition to providing the development of academic competences, it allows to work on other transversal competences, both social, cultural, and even artistic, which are not very common in engineering subjects. This work presents a successful case in the Escuela Politécnica Superior de Córdoba, in a competition format, based on the architectural and artistic lighting of buildings.

Keywords: Project-based learning, Competition, Architectural and Artistic Lighting, Electrical Engineering.

Resumen

El aprendizaje basado en proyectos es común en estudios de ingeniería, ya que, además de facilitar el desarrollo de competencias académicas propias de estos estudios, permite trabajar otras de carácter transversal, tanto de signo social, como cultural o incluso artístico, poco habituales en materias propias de ingeniería. Este trabajo expone un caso de éxito en la Escuela Politécnica Superior de Córdoba, en formato de concurso, basado en la iluminación ornamental y artística de edificios.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos, Concurso, Iluminación Ornamental y Artística, Ingeniería Eléctrica.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los avances en el campo de la iluminación, así como el creciente interés por parte de entidades, públicas y privadas, en su aplicación a la iluminación arquitectónica y monumental, con objeto de realzar el patrimonio arquitectónico, artístico y/o monumental de las ciudades, han dado lugar a un nuevo campo de desarrollo profesional. Éste persigue, mediante una adecuada combinación de elementos de iluminación, frecuentemente basados en tecnología LED, y un detallado estudio de los efectos de la luz, de distinta forma, intensidad y color, el efecto deseado, permitiendo disfrutar visualmente y desde otra perspectiva este patrimonio, durante las horas nocturnas, dotándolo de un mayor protagonismo frente al resto de elementos existentes en su entorno.

A esta especialización en el campo de la iluminación de espacios públicos se le conoce normalmente como “Iluminación Ornamental” y, aparte de constituir por sí misma una línea de desarrollo profesional en un sector en auge y con una gran perspectiva de futuro, es una vía en la que el ingeniero puede explorar y desarrollar parte de su talento artístico, lo que no es del todo habitual, dadas las actividades propias o tradicionales de este tipo de profesionales.

Estos trabajos requieren un estudio detallado de la iluminación exterior más adecuada a las características intrínsecas del edificio o monumento, a las de sus materiales y fisonomía, sus peculiaridades histórico-artísticas y las de su entorno, además de las puramente técnicas, para establecer la ubicación de las fuentes de luz y los equipos de control necesarios, así como el cableado y conexionado, bajo la observancia del criterio de reversibilidad, facilitando su desmontaje en caso de renovación, cambio de criterios en su utilidad, evitando modificaciones irreversibles.

No existe una formación específica en este ámbito entre los estudios de ingeniería impartidos en el entorno de la Universidad de Córdoba. Por ello y con el doble objetivo de, por un lado, abrir un nuevo campo de desarrollo profesional a los futuros Graduados en Ingeniería Eléctrica de la Escuela Politécnica Superior de Córdoba (en adelante EPSC) y por otro, estimularlos académicamente mediante una metodología basada en proyectos, se propuso llevar a cabo un concurso, en el que el alumnado pudiera, no sólo adquirir la base de conocimientos técnicos para acometer el diseño de este tipo de instalaciones, sino que además pudiera desarrollar su potencial artístico y creativo, llevando a cabo la ejecución real de la instalación en el caso del proyecto ganador.

El presente trabajo muestra la experiencia llevada a cabo en la EPSC de la Universidad de Córdoba, basada en la organización de un concurso de Iluminación Artística y Ornamental de Edificios, consolidando sus conocimientos en instalaciones de alumbrado exterior, estimulando y conjugándolos a su vez con sus dotes artísticas y estéticas e interesándoles por el conocimiento de parte del patrimonio cultural de nuestro entorno.

METODOLOGÍA

El desarrollo de la actividad se llevó a cabo en tres fases: Fase de aprendizaje, Fase de concurso y Fase de ejecución.

Dado que una instalación de estas características en edificios de determinada envergadura puede ser costosa, y puesto que se trataba de una actividad de carácter académico, ésta se desarrolló en el marco de colaboración que la universidad de Córdoba mantiene con la empresa Signify©, mediante la cesión temporal de las luminarias y equipos de control. Para el resto de los elementos, se contó con la colaboración de la propia Universidad de Córdoba, dentro de las convocatorias anuales de proyectos de innovación docente que ésta realiza, así como con una subvención por parte del vicerrectorado de Estudiantes, de la EPSC y del departamento de Ingeniería Eléctrica. Se trató pues, de una instalación efímera, con todos los matices que ello conlleva, en cuanto a complejidad para producir la mínima huella en el propio edificio a iluminar, una vez fueran retirados todos los equipos y por tratarse de una instalación a la intemperie, como es lo normal en este tipo de intervenciones.

Los objetivos y metodología empleada en cada una de estas fases se desarrollan a continuación.

1.1. Fase de aprendizaje

Se trabajaron competencias relacionadas con conceptos y teoría básicos sobre alumbrado ornamental, sus objetivos técnicos y artísticos, así como las técnicas y equipamiento comúnmente empleados, más allá de los requisitos de carácter técnico, teniendo en cuenta también las características del elemento a iluminar, tanto desde el punto de vista arquitectónico, artístico y patrimonial, como el del mensaje o percepción que se desea obtener del elemento en cuestión con el diseño elegido.

Para conseguir estos objetivos se diseñó un plan formativo, en el que intervino parte del profesorado del Área de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Córdoba, especialista en cada uno de los aspectos técnicos de instalaciones eléctricas, y en especial de instalaciones de alumbrado, así como personal especialista en iluminación de espacios exteriores e iluminación ornamental de la empresa Signify©.

Dentro de este plan formativo, destacan los contenidos relacionados con principios básicos de alumbrado, luminarias Led, sus equipos auxiliares y sistemas de control, alumbrado arquitectónico, embellecimiento de ciudades y áreas de aplicación, diseño de instalaciones de alumbrado arquitectónico y control DMX.

Esta formación complementaria se impartió en formato de curso de extensión universitaria, auspiciado por el Instituto de Estudios de Postgrado de la Universidad de Córdoba, con una extensión de 50 horas lectivas (2 créditos ECTS), en el que los alumnos participantes en el concurso estarían becados, con objeto de incentivar su participación. En este sentido se ha de decir que todos los participantes en el concurso realizaron el curso.

1.2. Fase de concurso

Durante esta fase se conformaron las bases del concurso, así como las condiciones que deberían cumplir los equipos que participarían en el mismo; sus integrantes, la tipología de los proyectos, la cuantía de los premios, etc. Siempre asesorados y bajo la supervisión del profesorado del área de ingeniería eléctrica de la Universidad de Córdoba. Las competencias que se desarrollaron en esta fase se relacionan con la expresión artística y creativa, el conocimiento histórico y cultural, así como de trabajo en equipo.

El concurso se centró en la presentación y defensa de un proyecto de iluminación artística sobre la fachada del edificio que alberga a la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Córdoba, situado en la Plaza del Cardenal Salazar, en pleno centro histórico de la ciudad de Córdoba. Dicho edificio fue diseñado por el arquitecto Francisco Hurtado Izquierdo (Maestro Mayor de la Catedral de Córdoba) en 1704, para que fuese utilizado como Colegio y Residencia de los acólitos y niños del coro de dicha Catedral. Pero casi acabado, y debido a la epidemia de peste que asolaba la ciudad y a la escasez de centros asistenciales, se destinó su uso como Hospital, acogiendo además de enfermos pobres, presos, dementes, siendo incluso utilizado como hospital militar durante la Guerra de la Independencia. En 1837, se destinó a Hospital de enfermos crónicos, de ahí su denominación como "Hospital de Agudos". Ente 1871 y 1784 fue sede de la Facultad de Medicina de la Universidad de Córdoba y posteriormente fue

cambiando y ampliando sus dependencias, hasta convertirse en Colegio universitario en 1970 y posteriormente en la actual Facultad de Filosofía y Letras.

Se decidió fijar las posiciones de las fuentes de luz, las cuales consistirían en 50 luminarias Led RGB ubicadas en los puntos de mayor interés arquitectónico del edificio y que permitiesen un mayor juego a la hora de realizar espectáculos lumínicos. Las propuestas a realizar por los equipos participantes deberían, por tanto, basarse en un espectáculo de luz y sonido, mediante la elección de un tema musical con el que las distintas luminarias instaladas deberían actuar al compás de la música, con la cadencia, color e intensidad que cada equipo considerase, con el fin de crear un espectáculo coherente con el edificio, sus usos e historia, resaltando aquellos aspectos arquitectónicos que considerasen más reseñables.

Cada equipo defendería una simulación 3D, con la música elegida, explicando el objetivo, así como los criterios técnicos y artísticos en los que se basaron a la hora de su propuesta. La figura 1 muestra una instantánea de dicha simulación, con la ubicación de las 50 luminarias.



Fig. 1. Captura de la simulación de la iluminación del edificio

El jurado evaluador estuvo compuesto por el director del Departamento de Ingeniería Eléctrica, el director de la EPSC, el vicerrector de Estudiantes de la Universidad de Córdoba y el responsable de Marketing de la empresa Signify®. Los criterios de valoración estarían relacionados con la calidad artística, complejidad y viabilidad técnica, la coherencia y argumentación.

Se establecieron tres premios de carácter económico, para las tres mejores propuestas. Además, el espectáculo ganador sería llevado a la realidad durante dos semanas en el edificio objeto del concurso.

Todos los trabajos presentados fueron de excepcional calidad artística y originalidad, por lo que fue difícil establecer el orden de los premios. Finalmente, matices de carácter técnico decantaron las tres propuestas ganadoras, si bien se decidió que todos serían merecedores de ser llevados a la realidad. Las propuestas ganadoras fueron:

(1er PREMIO) “La luz de la historia”, escenifica los diversos usos del edificio a lo largo de su historia, destacando el primero como residencia de los niños del coro de la Catedral, otro más siniestro y desgarrador como hospital y otro más alegre y vital como sede universitaria. Los temas musicales que acompañaban al espectáculo fueron la B.S.O. “Los chicos del coro” (Bruno Coulais) – “Requiem” (W. A. Mozart) – “La Primavera” (A.L. Vivaldi)

(1er accésit) “Gran baile de máscaras”. Ofrece especial protagonismo a los mascarones que dominan la parte superior de la fachada del edificio. Figuras antropomórficas que aportan gran singularidad y valor arquitectónico. Tema Musical: “Danza Macabra” (C. Saint-Saëns)

(2º accésit) “Rock flamenco a la luz”. Un guiño al pasado y al presente, a la tradición y al vanguardismo, a través de un tema musical de fusión flamenco-rock, interpretado por guitarra flamenca y eléctrica. Tema Musical: “Pastosi” (Mike Olfield y Diego Cortés)

La figura 2 muestra una instantánea del momento de la exposición y defensa de los equipos.



Fig. 2. Exposición y defensa de las propuestas ante el jurado evaluador

1.3. Fase de ejecución

En esta fase se llevó a cabo la instalación real, tanto de las luminarias, como de los equipos de control, cableado, protecciones, equipo de sonido y sincronización de audio con las luminarias.

Es destacable la complejidad de esta fase, ya que, al tratarse de una actuación efímera, y un edificio de carácter protegido, se debía de evitar cualquier modificación permanente en su fachada o elementos arquitectónicos, por lo que hubo que recurrir al uso de elementos de sujeción apoyados sobre determinadas voladuras y salientes, evitando en todo momento perforaciones o erosiones.

El alumnado participó activamente en esta fase, tanto en tareas de tendido de cableado, conexionado y posicionamiento de las luminarias, o direccionamiento y programación de los espectáculos. Con ellos se trabajaron competencias relacionadas con la solución de problemas reales, trasladando conceptos teóricos a la práctica y el trabajo en equipo.

El resultado final se muestra en la figura 3.



Fig. 3. Vista general del edificio objeto del concurso con las luminarias utilizadas

RESULTADOS

Los excelentes resultados académicos, centrados en competencias técnicas y en explorar la faceta creativa del alumnado, fueron corroborados por la calidad de los resultados finales, tanto técnicos como artísticos. Muestra de ello es que los espectáculos se prolongaron más de un mes, a petición del propio centro que alberga el edificio, generando un gran número de visitantes que acudían a verlo cada noche. Ello generó un gran impacto y repercusión social, con publicaciones en numerosos medios de comunicación, tanto locales como nacionales.

Esta experiencia dio origen a una segunda convocatoria en otro edificio, también de la Universidad de Córdoba, que a consecuencia del estado de alarma hubo de modificarse en sus plazos, con lo que el seguimiento y los resultados no pudieron desarrollarse con la misma continuidad. Ello no es óbice para que se siga trabajando en este tipo de proyectos de cara al futuro, con nuevas propuestas y tecnologías aplicadas.

CONCLUSIONES

Quedan evidenciadas las bondades que este tipo de metodología de aprendizaje generan en el alumnado participante. Por un lado, el trabajo basado en proyectos fomenta la participación y el trabajo en equipo, tratando de que cada miembro pueda aportar su visión, así como sus mejores cualidades y características al servicio de este. Por otro lado, el formato de concurso genera un estímulo añadido al trabajo bien hecho, al recompensar el esfuerzo y la superación de dificultades, habilitando la inclusión de competencias de carácter transversal, pocas veces reflejadas en los planes de estudio de ingeniería, como las de índole social, cultural o artístico.

AGRADECIMIENTOS

La experiencia requirió de un gran esfuerzo personal y logístico. Ésta no hubiera podido llevarse a cabo sin la aportación de los recursos técnicos y económicos de las entidades colaboradoras, como la propia Universidad de Córdoba, así como la empresa Signify©, que participó en todas las fases del concurso, sobre todo en la de ejecución, facilitando todo el material técnico necesario para llevar a cabo la iluminación del edificio.

REFERENCIAS

- Benítez, A. y García, M. L. (2013). Un primer acercamiento al docente frente a una metodología basada en proyectos. *Formación universitaria*, 6(1), 21-28.
- Fernández, F. H., & Duarte, J. E. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de Ingeniería. *Formación universitaria*, 6(5), 29-38.
- Millán, M., Avilés, A., González, J., López, J., y Carrillo, S. (2016). Los concursos de arquitectura como herramienta para el aprendizaje cooperativo y colaborativo en el grado de arquitectura. En XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinarios (pp. 369-382). Instituto de Ciencias de la Educación.
- I Concurso de Iluminación Ornamental de edificios Públicos, Universidad de Córdoba-Philips Lighting. (10 de mayo de 2022) <https://www.youtube.com/watch?v=SKvAEEUtkgg>.

Proyecto colaborativo ESSENS: Desarrollo de un dispositivo funcional adaptable a personas con trastornos del neurodesarrollo

Eduardo Roses^a, Juanjo Cabezas^b, Luis D. Sánchez^c y Antonio Ortega^d

^{a,b,c,d}Florida Centro de Formación, C/Rei En Jaume I, nº 2, 46470, Catarroja, Valencia. eroses@florida-uni.es , jcabezas@florida-uni.es , lsanchez@florida-uni.es y aortega@florida-uni.es.

Abstract

University education is committed to offering methodologies such as Project-Based Learning or Challenge-Based Learning. The work developed by the students of Industrial Electronic and Automatic Engineering of Florida Universitària, the ESSENS project, consisting of the development of a portable electronic device dedicated to patients with neurodevelopmental disorders, is exposed. The methodology and learning outcomes derived from the training process will be described.

Keywords: Project-Based Learning, Challenge-Based Learning, learning outcomes, teamwork.

Resumen

La educación universitaria apuesta por ofrecer metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos o el Aprendizaje Basado en Retos. Se expone el trabajo desarrollado por el alumnado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de Florida Universitària, el proyecto ESSENS, consistente en el desarrollo de un dispositivo electrónico portable dedicado a pacientes con trastornos del neurodesarrollo. Se describirán la metodología y los resultados de aprendizaje derivados del proceso formativo.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Basado en Retos, resultados de aprendizaje, trabajo en equipo.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Desde el año 2007, Florida Universitària apuesta por el desarrollo y la evaluación de competencias en las titulaciones de Ingeniería (Ortega, 2008). Para ello, se plantea un enfoque basado en tres grandes ejes:

- El diseño de una estrategia metodológica de enseñanza-aprendizaje por investigación.
- La experiencia de trabajo cooperativo entre asignaturas mediante el planteamiento al alumnado de problemas reales de ámbito industrial y de carácter multidisciplinar.
- La propuesta para la evaluación de competencias en ingeniería.

Estos tres ejes forman la base del modelo educativo que se caracteriza porque el alumnado: aprende de manera cooperativa (Aznar, 2011), integra el conocimiento para la resolución de problemas reales, a través de la realización de **Proyectos Integrados** (Pastor, 2011), desarrolla competencias transversales de trabajo en equipo, liderazgo, comunicación, resolución de conflictos... (Ortega, 2013) y asume la responsabilidad de su propio aprendizaje.

Los Proyectos Integrados desarrollados en los tres primeros cursos de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, conforman una modalidad de enseñanza-aprendizaje de carácter interdisciplinar y transversal que se extienden a lo largo de ambos semestres, en los que el alumnado trabaja en equipo resolviendo problemas en contextos reales vinculados a la industria. En este sentido, en estos últimos años se vienen desarrollando con éxito una serie de proyectos vinculados a entidades externas a la universidad, siendo el último de ellos el proyecto ESSENS, llevado a cabo en colaboración con la cooperativa sin ánimo de lucro Koynos y el cual consiste en el diseño y montaje de dispositivos electrónicos de estimulación frente conductas estereotipadas e hiperkinéticas (Muñoz-Yunta, 2005). Tratándose por tanto de una propuesta muy innovadora, en el campo de la bioingeniería, y que cobra sentido dentro de las metas del ODS Salud y Bienestar.

El presente artículo describe todos los aspectos relacionados con el proyecto más reciente, el proyecto ESSENS, el cual ha sido desarrollado por dos equipos de tercer curso de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de Florida Universitària. Los objetivos comunes a la hora de realizar este tipo de proyectos, los cuales van más allá del entorno meramente universitario, son los siguientes:

- Motivar al alumnado aplicando la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) conjuntamente con los ODS.
- Garantizar la formación del alumnado en base al modelo educativo descrito anteriormente.
- Reforzar la relación entre alumnado y empresa.

Y como objetivos específicos para este proyecto quedan:

- Desarrollar un dispositivo adaptado a personas con trastornos del espectro autista y capaz de minimizar los movimientos repetitivos que realizan estos pacientes mediante vibraciones.
- Poder controlar el dispositivo a distancia mediante una aplicación móvil.

METODOLOGÍA

El proyecto se ha llevado a cabo a lo largo de un curso natural dividido en dos semestres. Para cada semestre se han marcado unos objetivos concretos, estando estos relacionados en gran medida con las asignaturas correspondientes a cada periodo, aunque no de forma estricta, dejando espacio también a la investigación en otras áreas afines.

En el primer semestre intervenían asignaturas como electrónica digital y electrónica de potencia, sistemas de regulación y control o informática industrial, por lo que los objetivos marcados fueron:

- Estudio del problema o necesidades del proyecto.
- Elección de sistema de alimentación.
- Elección de elemento vibrador (actuador) basado en los requisitos.
- Diseño y desarrollo del sistema de control y gobierno de los actuadores.
- Implementación en placa de circuito impreso mediante técnica propia.

En el segundo semestre las asignaturas fueron automatización, sistemas digitales embebidos y sistemas de comunicaciones y los objetivos a cumplir:

- Elección de sistema microcontrolador y programación.
- Elección de sistema de comunicaciones.
- Implementación de interface y protocolo de gobierno inalámbrico.
- Fabricación digital de encapsulado para el dispositivo.
- Implementación en placa de circuito impreso mediante fabricación externa.

A lo largo del proyecto, el alumnado contó con una sesión de dos horas semanales para tratar el proyecto y finalmente 10 días de dedicación plena al final de cada semestre.

Las sesiones semanales han servido no sólo como punto de encuentro y seguimiento de la evolución de los proyectos, sino también como espacio en el que se ofertaban seminarios técnicos y teóricos, que han permitido tratar tanto competencias transversales como talleres específicos que resultaban necesarios para el proyecto (diseño de PCBs, comunicaciones, soldadura SMD, impresión 3D, ...)

La dedicación final al proyecto de cada semestre es una apuesta metodológica por parte de todas las asignaturas del curso, de manera que las clases finalizan con anterioridad a esas fechas, permitiendo al alumnado el espacio necesario para el trabajo autónomo y autogestionado a lo largo de esos 10 días. Estos días de trabajo corresponden exactamente con el 25% de dedicación del proyecto dentro de las asignaturas, por tanto, la evaluación al finalizar el mismo contribuye con dicho porcentaje en nota a todas y cada una de las asignaturas implicadas.

Los equipos (conformados de 5 a 6 alumnos) desarrollan una planificación previa que les permita sobre la marcha comprobar la consecución de hitos o la extensión de plazos, donde es habitual hacer uso de diagramas de Gantt y tablas Kanban, siendo el objetivo final la viabilidad del prototipo y su correcta funcionalidad.

RESULTADOS

El resultado del proyecto ESSENS ha sido el desarrollo de dos prototipos viables con igual objetivo, similar planteamiento de funcionamiento, pero distintas tecnologías implicadas.

Las tecnologías usadas en un caso y otro han sido: el microcontrolador RISC de 8 bits modelo ATMEGA328-P del fabricante AVR y el SoC ESP32 del fabricante Espressif Systems (Fig. 1).

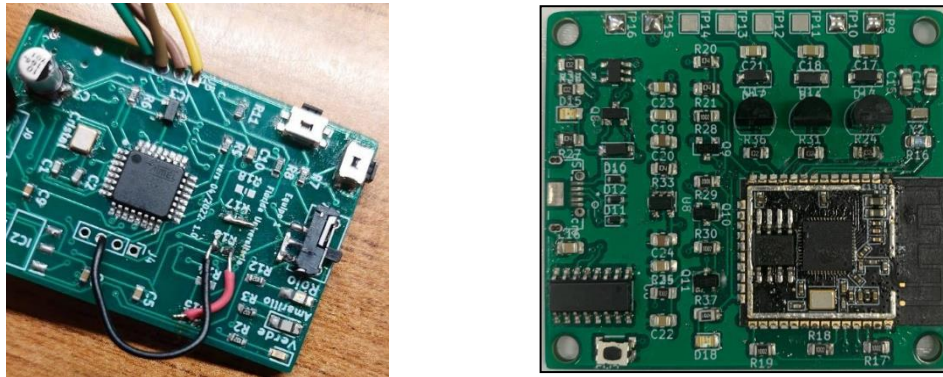


Fig. 1. Ambas propuestas con distintas tecnologías

Cada una de estas opciones contempla sus pros y contras, diferenciándose especialmente en la integración o no de sistemas periféricos auxiliares necesarios para el presente proyecto como puede ser el módulo de comunicaciones Bluetooth o la disponibilidad de memorias EEPROM.

Ambos prototipos presentados disponen de gran autonomía (superior a un día de pleno funcionamiento), peso muy reducido (inferior a 50gr) y un tamaño acorde a las características de la aplicación (Fig. 2).



Fig. 2. Prototipo.

Los dispositivos disponen de una etapa de gestión de carga y protección eléctrica de la batería. Además, su encapsulado está diseñado para resistir golpes y en versiones posteriores podrá ser replicado con materiales de mayor robustez o biocompatibilidad.

Tanto una solución como otra disponen de una aplicación móvil desarrollada por los propios equipos usando estándares abiertos que permiten al usuario crear y guardar sus propias secuencias de patrones personalizados (Fig. 3).

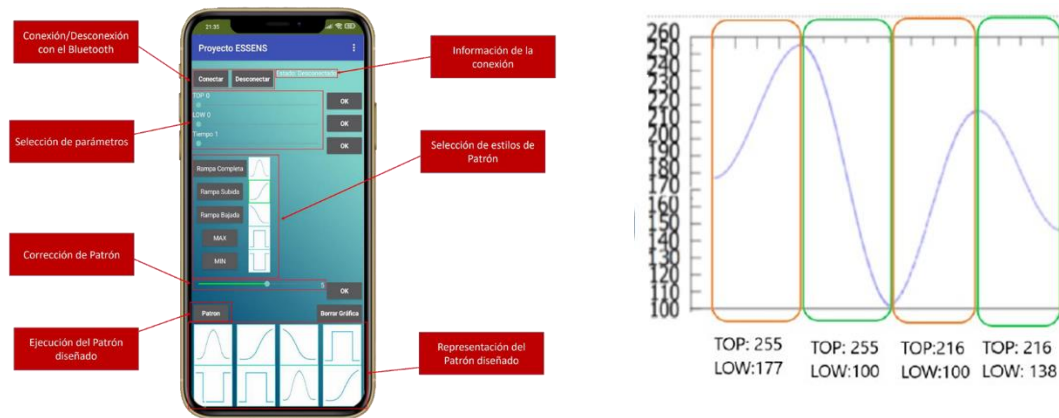


Fig. 3. Ejemplo aplicación móvil y elección de parámetros del patrón de vibración

CONCLUSIONES

El Proyecto ESSENS ha supuesto un reto complejo, en el que los equipos de trabajo han tenido que aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación académica e incorporar algunos no contemplados en el plan de estudios.

En el primer semestre el alumnado ha entrado en contacto con el problema real, la interacción con la cooperativa y la comprensión de los requisitos necesarios. Los equipos de forma independiente han apostado por soluciones distintas y han gestionado internamente los procesos de decisión, trabajo y documentación. Los prototipos resultantes han supuesto una etapa primitiva de validación de la idea original, permitiéndoles fijar objetivos para la siguiente fase.

Para el segundo semestre se ha partido de lo realizado durante el semestre anterior, habiendo obtenido además la realimentación por parte del profesorado y de las diferentes asociaciones involucradas en este proyecto. Esta segunda fase se ha orientado más al producto o prototipo final, miniaturizando la solución mediante integración electrónica de componentes de montaje en superficie.

La realización del Proyecto ESSENS ha permitido abrir una vía de investigación para mejorar la calidad de vida de las personas con conductas estereotipadas.

El resultado final ha supuesto dos propuestas de dos equipos distintos a un mismo problema planteado materializadas en sendos prototipos a partir de los cuales ya se pueden efectuar las primeras comprobaciones en entorno real.

Desde el punto de vista académico, los resultados de evaluación de ambos equipos han supuesto calificaciones superiores a 8,9/10 en desarrollo y desempeño del prototipo diseñado, valores muy superiores a ediciones anteriores de proyecto integrado. Estas altas calificaciones se han obtenido en base a un tribunal de evaluación de cuatro integrantes, profesorado del grado. Otros ítems de evaluación como la memoria técnica o la exposición y

defensa de las propuestas han ido parejas a los buenos resultados, aunque de forma más discreta (promediando 7,9/10 y 9,2/10 respectivamente).

En cuanto a la evaluación del desempeño y cohesión como equipo los valores han rozado la máxima nota, quedando reflejada la motivación en los comentarios que acompañaban dichas calificaciones a modo de encuesta, donde se han repetido reflexiones orientadas a destacar la aplicabilidad del proyecto al mundo real y la autorrealización del propio alumnado.

A lo largo de este proceso los equipos han podido aportar y contrastar sus propuestas, dar solución técnica a sus requisitos y ver cómo han tomado forma y se han desarrollado, dando así una experiencia real y gratificante que servirá como comienzo para la mayoría de los integrantes como contacto con el mundo laboral y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al alumnado de tercer curso de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de Florida Universitària por su excepcional labor y espíritu de aprendizaje y superación. A Cristina Santamarina de la cooperativa Koynos y a Javier Doménech de la empresa Ingesis Automatización, por su predisposición y colaboración; así como al profesorado y personal de laboratorio y talleres de Florida Universitària los cuales, año tras año, apuestan por ir un poco más allá. A todos ellos, gracias.

REFERENCIAS

Aznar, M. et al (2011). *Self-managed teams. An integrated approach to engineering education*. II IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).

Muñoz-Yunta, J. A. et al (2005). *Fisiopatogenia de las estereotipias y su relación con los trastornos generalizados del desarrollo*. Rev Neurol, 41(supl 1), S139-S47.

Ortega, A. et al (2008). *Formación y evaluación de competencias en los proyectos de ingeniería industrial*. V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación (CIDUI).

Ortega, A. et al (2013). *Proyecto Integrado en Tercer Curso de Grado en Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática*. XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET).

Pastor, J.M. et al (2011). *Implicación de la Informática Aplicada en un Proyecto Interdisciplinar de Robótica en el Grado de Ingeniería Mecánica*. II Congreso Internacional de Docencia Universitaria (CIDU).

Las Prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño y la COVID-19

Suitberto Cabrera García^a, Elena Grimalt Navarro^b, Abel Cabrera Martínez^c, Pedro Yuste Pérez^d y Juan Antonio Monsoriu Serra^e

^aUniversitat Politècnica de València, suicabga@eio.upv.es, ^bUniversitat Politècnica de València, mgrimalt@upvnet.upv.es, ^cUniversidad de Córdoba, acmartinez@uco.es, ^dUniversitat Politècnica de València, pyuste@disca.upv.es, ^eUniversitat Politècnica de València, jmonsori@fis.upv.es.

Abstract

This work analyses the evolution of internships in companies carried out by students of the Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño of the Universitat Politècnica de València from the 2015-2016 academic year to the present, as well as the influence of COVID-19 on this evolution. In addition, the measures taken to guarantee the completion of curricular practices at the start of the pandemic are mentioned.

Keywords: practices, covid-19, evolution, measures.

Resumen

En este trabajo se analiza la evolución de las prácticas en empresas realizadas por los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València desde el curso académico 2015-2016 hasta la actualidad, así como la influencia de la COVID-19 sobre esta evolución. Además, se mencionan las medidas tomadas para garantizar la finalización de las prácticas curriculares al iniciar la pandemia.

Palabras clave: prácticas, covid-19, evolución, medidas.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La aparición y desarrollo de la COVID-19 ha provocado una serie de consecuencias en la población general (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, 2020), y de forma específica en el contexto universitario: la suspensión temporal de la actividad presencial docente en las aulas y aquellas actividades no consideradas *esenciales* (Giannini, 2020).

Ahora bien, la anulación de la presencialidad en el aula ha requerido una transformación y posterior cambio de los planes docentes hacia una modalidad *online*, un reto tanto para los equipos docentes universitarios como para el alumnado, es decir, un rediseño integral de la actividad docente (Castellanos, 2020).

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universitat Politècnica de València (UPV) basa su gestión desarrollando la internacionalización, las prácticas en empresas

y la innovación educativa, los tres pilares que sustentan los planes de estudio. La ETSID, consciente de la importancia de las prácticas en el proceso formativo del estudiante, a partir de los conceptos estipulados en la Normativa vigente, de la experiencia y de los resultados de las prácticas en cursos anteriores, ha desarrollado una amplia labor para la vinculación de sus alumnos a las prácticas en empresas, mostrando una evolución ascendente. No obstante, en los últimos cursos éstas no han sido ajenas a las transformaciones impuestas por la pandemia.

En el presente trabajo se persigue como objetivo principal analizar la evolución del número de prácticas realizadas por los estudiantes de la ETSID en los últimos cursos, así como la influencia de la COVID-19 en esta evolución.

Como objetivos secundarios se muestra un análisis comparativo de la evolución de las prácticas realizadas en la ETSID y en la UPV, y se describen las medidas que se tomaron al empezar la pandemia.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Para realizar el análisis se utiliza el método de la estadística descriptiva. Los datos utilizados se han recopilado a partir de la información disponible en los sistemas de gestión del Servicio Integral de Empleo de la UPV y se presentan en tablas y gráficos.

En la Tabla 1 y en el Gráfico 1 se muestra la evolución del número de prácticas desde el curso 2015-2016 hasta la actualidad. Cabe señalar que los valores correspondientes al curso actual aún no recogen el total de prácticas, faltando por incluir las que se realicen hasta finalizar el curso.

Tabla 1. Número de prácticas por curso.

Curso	ETSID	UPV
2015-2016	1012	7154
2016-2017	1088	7182
2017-2018	1331	8065
2018-2019	1316	8317
2019-2020	1038	6405
2020-2021	1087	7609
2021-2022	982	6582

Como se observa, la evolución de la cantidad de prácticas en el período comprendido por los cuatro primeros cursos se puede considerar como ascendente, tanto para la ETSID como para la UPV en su conjunto. Hay un decrecimiento de este indicador en el curso 2019-2020 por el efecto de la pandemia, donde el número de prácticas en la ETSID con relación al curso anterior disminuye en un 21%, mientras que la UPV contabiliza un 23% menos de prácticas que el curso anterior. En el curso 2020-2021 se empieza a producir una recuperación que significa para la ETSID un 5% más que el curso anterior (2019-2020) y supone comparativamente con el curso

anterior a la pandemia (2018-2019) un 83%, mientras que, para la UPV en su conjunto, esta recuperación ha significado un 18% y un 91%, respectivamente.

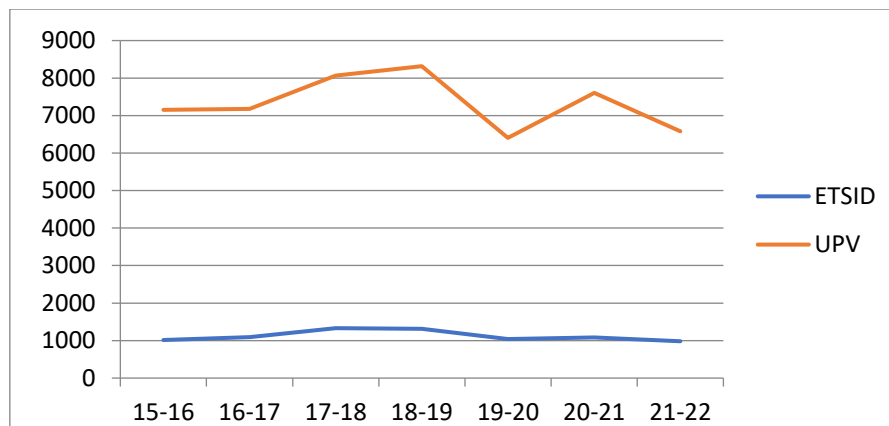


Fig. 1. Evolución del número de prácticas por curso.

A continuación, se muestra un análisis de la situación creada en el curso 2019-2020 con el inicio de la pandemia.

El día 13 de marzo de 2020 se paraliza la gestión de nuevas prácticas, y para las prácticas en curso se ofrece la opción de Telepráctica o Suspensión, dejando la opción de seguir desarrollándose de forma presencial siguiendo las indicaciones sanitarias que tome cada empresa.

El 21 marzo de 2020 DESAPARECE la opción PRESENCIALIDAD.

El 1 de abril de 2000 se aprueba el “Protocolo Académico de Prácticas en Empresas – COVID19”; y se reanuda la gestión de nuevas prácticas en la opción de “teleprácticas”.

Tabla 2. Prácticas curriculares a 13 de marzo de 2020.

Prácticas	ETSID	UPV
Curriculares > 50%	16	84
Curriculares < 50%	48	197
Teleprácticas	82	495
Otras	15	90
Total iniciadas	161	866
Matriculadas no iniciadas	26	199
Total	187	1065

En la Tabla 2 se relacionan las prácticas curriculares matriculadas, tanto las iniciadas como las no iniciadas a 13 de marzo de 2020, en la ETSID y en la UPV.

Según el protocolo aprobado y según la práctica fuera curricular o extracurricular y dependiendo de si estaba iniciada o no, se seguirían las siguientes opciones.

I. Prácticas Curriculares matriculadas

a. Iniciadas

Aquellas que habían realizado **al menos un 50%** de su duración se evaluaron de manera convencional en su totalidad por parte del profesor-tutor de la práctica, mientras que las restantes fueron redefinidas, pudiendo el estudiante optar por uno de los siguientes criterios.

a.1. Telepráctica- Se continúa la actividad y evaluación por el procedimiento convencional.

a.2. Suspensión.

b. NO iniciadas

Tanto en el caso de prácticas curriculares matriculadas no iniciadas, como de prácticas curriculares matriculadas iniciadas, pero con una duración menor al 50% del período de práctica y no acogidos a teleprácticas o suspensión, se podían utilizar las alternativas A o B que aparecen a continuación, según la evaluación fuera realizada a través de los Centros/ERT o de la Herramienta de Evaluación de prácticas.

A. Evaluación llevada a cabo a través de los Centros/ERT, que podía ser:

- Actividades del “catálogo de actividades” para estudios de grado (artículo 12.8 del RD 1393/2007 modificado por el RD861/2010).
- Asignaturas optativas establecidas en el plan de estudios de la titulación correspondiente. Cada ERT establece las que considere acordes a su titulación.

B. Evaluación llevada a cabo a través de la Herramienta de Evaluación de prácticas:

- Cursos edX. La UPV realizó una oferta de matrícula gratuita para 5 de estos cursos.
- La Escuela estableció, a través de la unidad de prácticas, los cursos acordes a la titulación de cada alumno y relacionados con las competencias que se debían adquirir en las prácticas en empresas. El estudiante adjuntaba el certificado de haber superado el curso a la memoria fin de prácticas de la Herramienta de Evaluación. Plazo para inscripción 1 de mayo.
- Trabajos guiados relacionados con las competencias que se adquieren en las prácticas en empresas por el tutor UPV de la práctica y revisado por la Subdirección de Prácticas. Para ello, el estudiante adjuntaba el trabajo realizado a su memoria fin de prácticas de la Herramienta de Evaluación.

Desde la Sub Dirección de Relaciones con las Empresas se gestionaron, de acuerdo a la situación de cada alumno en práctica curricular, un plan individual que contemplaba alguna de las evaluaciones señaladas anteriormente mediante un documento llamado **“Acuerdo previo de reconocimiento de prácticas académicas curriculares Covid 19” (APRC19)**.

Para dar solución a las “prácticas curriculares cuyo estado de avance no alcanzaba el 50%”, se gestionaron en la UPV396 APRCs, de ellos 74 en la ETSID.

II. Prácticas Extracurriculares iniciadas

1. Online/Tele práctica - Se continúa la actividad y evaluación por el procedimiento convencional.

2. Suspensión. Se procede a evaluar el período realizado por el procedimiento convencional. Si se notificara el “fin de la suspensión”, se retomará la práctica, en cuyo caso, no será necesario cumplimentar un nuevo convenio.

El 16 de junio se emite la Resolución Rector 16 de junio – que permite la gestión de nuevas prácticas “presenciales”.

CONCLUSIONES

En el período que se analiza, que comprende los cursos académicos desde el 2015-2016 hasta el actual, existe una tendencia al aumento del número de prácticas realizadas, tanto en la ETSID como en la UPV.

La pandemia provocó un impacto en el curso 2019-2020 y ante ello la UPV y sus Escuelas debieron tomar medidas para, en la nueva situación, dar una solución de continuidad a las prácticas curriculares en curso y a las matriculadas y pendientes de iniciar. El fundamento de las medidas puestas en marcha quedó recogido en el “Protocolo Académico de Prácticas en Empresas – COVID 19” y que provocó la atención personalizada de un gran grupo de alumnos mediante evaluaciones contempladas en los APRC19. En la UPV se gestionaron 396 APRCs, de ellos 74 en la ETSID.

En el curso siguiente al inicio de la pandemia, es decir, en el curso 2020-2021, se aprecia una recuperación del número de prácticas del 5% para la ETSID y del 18% para la UPV en comparación con el curso anterior.

En el presente curso y aunque aún no ha terminado el mismo y faltan por realizar la practicas de verano, en el período transcurrido y comparándolo con igual período del año anterior se aprecia un incremento cercano al 10 %, con lo cual si se mantiene esa tendencia cabe esperar un mayor número de prácticas.

REFERENCIAS

- Ballester E., Cabrera S., Grimalt E., Ballester A., Kubessi M (2015). *Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València*. 23 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 15-17 de julio de 2015.
- Castellanos, A., Sánchez, C. & Calderero, J. F. (2017). *Nuevos modelos tecnopedagógicos. Competencia digital de los alumnos universitarios*. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1). <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/1148/1502>.
- Giannini, S. (2020). *Covid-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después*. *Revista Latinoamericana de Educación Comparada*, 11(17), 1-57.
- Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (2020). *Actualización nº 150. Enfermedad por el coronavirus (COVID-19)*. 28.06.2020. *Situación en España*. https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCovChina/documentos/Actualizacion_150_COVID-19.pdf [Links]
- Ortega, D., Rodríguez, J. y Mateos, A. (2021). *Educación superior y la COVID-19: adaptación metodológica y evaluación online en dos universidades de Barcelona*. *Rev. Digit. Invest. Docencia Univ. [online]*. 2021, vol.15, n.1, e1275. ISSN 2223-2516. <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2021.1275>.

Desarrollando competencias transversales en la materia *Audiencia digital y visualización de datos* en el Máster Universitario en Social Media y Comunicación Corporativa

Ángeles Calduch-Losa^a y Jorge Serrano-Cobos^b

^aEscola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica, Universitat Politècnica de València, mcalduch@eio.upv.es, ^bEscola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica, Universitat Politècnica de València, jorserc2@har.upv.es.

Abstract

Undergraduate and master's students at the Polytechnic University of Valencia (UPV) have been training in soft skills for several years. Sometimes, when a student comes a UPV master from other universities degrees, they have not worked with soft skills. This paper presents how, in 6-credit subject of a master's degree, in which most of the students come from other universities, 7 of the 13 soft skills of the UPV have been developed.

Keywords: Soft skills, higher education, social media marketing, master's degree.

Resumen

Los estudiantes de grado y máster de la Universitat Politècnica de València (UPV) llevan varios años formándose en competencias transversales (CT). Hay ocasiones en las que un estudiante se incorpora a un grado de la UPV procedente de otras universidades en las que no han trabajado con CT. En este trabajo se presenta cómo en una materia de 6 créditos de un máster en el que la mayoría del alumnado procede de otras universidades, se han podido desarrollar 7 de las 13 CT de la UPV.

Palabras clave: Competencias transversales, educación superior, social media marketing, máster.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los puestos de trabajo están cada vez más especializados, por lo que las instituciones universitarias en general, y en concreto las españolas, están apostando por la enseñanza en competencias transversales. El marco del EEES fue el punto de inflexión para empezar a trabajar con competencias específicas y transversales (Cano, 2008). “El perfil académico-profesional de cada carrera debe explicitar las competencias genéricas y específicas que se desea formen parte de la persona-profesional que salga de la Universidad y distribuirlas en los cursos que configuran la titulación correspondiente, articulando un mapa de competencias”, (Villa y Poblete, 2011).

En el curso 2015 - 2016, la Universitat Politècnica de València se embarcó en el ambicioso proyecto de dotar a su alumnado en sus estudios de conocimientos en competencias

transversales, ya que, como indica en su página web, “Graduados y empleados no dudan en subrayar la gran importancia que tienen en el desempeño profesional de los titulados universitarios las denominadas competencias transversales o genéricas. Como consecuencia, los nuevos títulos de grado y posgrado incorporan de manera explícita la exigencia que los estudiantes se formen en estas competencias y que se evalúe su nivel de logro”. Es por ello que “el proyecto de competencias transversales UPV tiene como objetivo principal acreditar las competencias transversales UPV a los estudiantes egresados en cualquiera de los títulos oficiales impartidos en la Universitat Politècnica de València” (UPV, 2015).

Cuando un alumno comienza sus estudios de grado en la UPV, se le explica en qué consiste el proyecto, y tiene marcadas unas asignaturas en las que se desarrollan y/o evalúan las competencias transversales definidas en esta institución, y que son 13: CT-01, Comprensión e integración; CT-02, Aplicación y pensamiento práctico; CT-03, Análisis y resolución de problemas; CT-04, Innovación, creatividad y emprendimiento; CT-05, Diseño y proyecto; CT-06, Trabajo en equipo y liderazgo; CT-07, Responsabilidad ética, medioambiental y profesional; CT-08, Comunicación efectiva; CT-09, Pensamiento crítico; CT-10, Conocimiento de problemas contemporáneos; CT-11, Aprendizaje permanente; CT-12, Planificación y gestión del tiempo; CT-13, Instrumental específica.

La acción que se presenta en este trabajo tiene como objetivo trabajar el máximo de las competencias transversales UPV, de forma conjunta e integrada, en dos asignaturas de tres créditos cada una: “Social media metrics y análisis de audiencia digital” y “Análisis exploratorio y visualización de datos”. Ambas asignaturas son obligatorias y pertenecen a la materia *Audiencia digital y visualización de datos* del Máster Universitario en Social Media y Comunicación Corporativa, de 60 créditos y cuya duración es de un curso. Este objetivo enlazaría con el ODS 4: Educación de calidad, ya que conseguimos que los alumnos vayan más allá de los objetivos planteados en las guías docentes de ambas asignaturas por separado.

METODOLOGÍA

Originalmente estas dos asignaturas se impartían de forma autónoma. En el curso 2021-2022, se han integrado de forma que se generara una “narrativa” entre ambas. De esta forma, la primera asignatura en el tiempo (“Social media metrics y análisis de audiencia digital”) se ha centrado en trabajar sobre la comprensión e integración de conceptos sobre indicadores de marketing digital utilizados en marketing realizado a través de redes sociales (social media marketing), de forma que el alumno entendiera mejor para qué podían servir los datos obtenidos de las plataformas sociales, dependiendo de los objetivos de marketing a conseguir. Asimismo, se trabajaron metodologías para descargar los datos. A continuación, en la asignatura “Análisis exploratorio y visualización de datos” se partió de estos datos y de los conceptos asimilados en la anterior asignatura, para realizar cálculos y análisis estadísticos, visualizando después la información, de forma que se pudieran mostrar y explicar a un cliente potencial.

Las dos asignaturas que conforman la materia *Audiencia digital y visualización de datos* son punto de control, es decir, evalúan una competencia transversal cada una: “Social media metrics y análisis de audiencia digital” la CT-12, Planificación y gestión del tiempo; mientras

que “Análisis exploratorio y visualización de datos” tiene asignada la CT-09, Pensamiento crítico. Esto es así porque en la primera de las asignaturas, los estudiantes tienen que presentar un informe a sus hipotéticos clientes o empleadores, lo que implica controlar el tiempo que les lleva realizarlo de forma que puedan presupuestar trabajos de asesoría y consultoría en marketing digital (precio/hora), y el que van a necesitar para su presentación; mientras que, en la segunda asignatura, el alumnado tiene que saber distinguir las buenas de las malas visualizaciones de datos (criticando cuando las vea, e indicando cómo deberían realizarse correctamente), para, de este modo, poder representar de una forma adecuada un conjunto de datos, o identificar una representación incorrecta.

Sin embargo, tal y como se plantean ambas asignaturas, que se evalúan mediante tareas y trabajos, hemos conseguido trabajar las siguientes competencias transversales adicionales:

- CT-01, Comprensión e integración. Al trabajar en la asignatura “Análisis exploratorio y visualización de datos” con los datos que han obtenido de las redes sociales con las herramientas que han empleado en la asignatura “Social media metrics y análisis de audiencia digital”, los estudiantes han conseguido integrar las técnicas de ambas asignaturas.
- CT-05, Diseño y proyecto. A partir de los datos de audiencia de las redes sociales que administra el alumnado, es capaz de ver aquellas publicaciones que más gustan o tienen más visionados, por lo que puede ejecutar su propio diseño para llegar a más seguidores
- CT-07, Responsabilidad ética, medioambiental y profesional. Como se ha comentado con anterioridad, en la asignatura “Análisis exploratorio y visualización de datos” el alumnado tiene que saber distinguir las buenas de las malas visualizaciones de datos, por lo que se le inculca la responsabilidad ética y profesional, al indicarle cómo debe representar gráficamente los datos, y poner ejemplos de manipulación que no es ética, para que no caigan en esos errores
- CT-08, Comunicación efectiva. El 40% de la evaluación de la asignatura “Análisis exploratorio y visualización de datos” consiste en la presentación de dos trabajos en los que se analizan los mismos datos a un posible cliente o empleador: uno de ellos tiene que ser escrito, con lo que han de cuidar la redacción del informe; y el otro ha de ser una presentación oral, con lo que tienen que vigilar su expresión oral y corporal
- CT-13, Instrumental específica. En la asignatura “Social media metrics y análisis de audiencia digital”, los alumnos y las alumnas trabajan con herramientas específicas, como son Google Analytics, una herramienta de analítica de navegación de los usuarios dentro de un sitio web, que contempla la navegación que entra en el mismo desde las redes sociales. Asimismo, se trabaja con Metricool, una herramienta española que se utiliza (al igual que Google Analytics) en la nube (cloud computing) y que sirve para conocer métricas relativas a las cuentas sociales de un cliente y de su competencia. En ambos casos, los estudiantes pueden descargar datos en formato .csv ("Comma Separated Values") y explotarlos en distintas herramientas de análisis estadístico, en este caso Microsoft Excel.

RESULTADOS

Los estudiantes del Máster Universitario en Social Media y Comunicación Corporativa, de los que aproximadamente un 80% no provenían de estudios de Grado impartidos en la UPV, han sido capaces de trabajar 7 de las competencias transversales UPV (la mitad de las que hay), en una única materia de 6 créditos. En la Tabla 1 vemos que el 90% de los alumnos matriculados en cada uno de los dos cursos (los años desde que se cursa el máster) han superado la materia, y, en la mayoría de los casos, con altas calificaciones.

Tabla 1. Número de estudiantes en cada curso.

Curso	Matriculados	Materia superada
2020-2021	25	23
2021-2022	31	28

Hay que recordar que, de las 7 competencias transversales que se han trabajado en la materia, 5 no figuran en sus guías docentes, por lo que es un extra que trabajan los estudiantes, y que nos han agradecido, ya que han visto cómo ha mejorado, por ejemplo, su comunicación efectiva.

CONCLUSIONES

El objetivo de la experiencia se ha cumplido satisfactoriamente, ya que, en una única materia de máster hemos conseguido que los estudiantes trabajen la mitad de las competencias transversales UPV, cuando la gran mayoría del alumnado no las conocía con anterioridad. Los estudiantes se han dado cuenta de que han mejorado tanto en sus conocimientos específicos como no específicos de su profesión, y los profesores queremos seguir con esta experiencia en los próximos cursos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los estudiantes de las promociones 2020 – 2021 y 2021 – 2022 del Máster Universitario en Social Media y Comunicación Corporativa su buen hacer y su predisposición para todos los trabajos y tareas que les hemos encomendado.

REFERENCIAS

- Cano García, M. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 12(3), 1-16.
- Universitat Politècnica de València (UPV). (2015). *Conoce el proyecto de las competencias transversales UPV*. <http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/info/955712normalc.html>
- Universitat Politècnica de València (UPV). (2015). *Proyecto institucional de Competencias Transversales - UPV*. https://www.upv.es/entidades/ICE/info/Proyecto_Institucional_CT.pdf
- Villa Sánchez, A. y Poblete Ruiz, M. (2014). Evaluación de competencias genéricas: principios, oportunidades y limitaciones. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 63(1), 147-170.

Análisis del plan de estudios del Grado de Energía, de la ETS de Ingenieros Industriales de la UNED, y propuesta para su obtención con atribuciones profesionales

A. Larrañaga Pastor^{a,b}, C. González Gaya^a y C. Lama Burgos^b

alarranag2@alumno.uned.es; ana.larranaga@coitim.es; cggaya@ind.uned.es; carlos.lama@coitim.es

^aUNED, C/ del Rosal 12, 28040, Madrid, España. ^bCOGITIM, C/ Jordán, 14, 28010 Madrid, España.

Abstract

Currently, the University teaches Degrees whose study plans are conducive to obtaining the degrees that qualify for the exercise of the profession of Industrial Technical Engineer whose study plans do not give access to the exercise of the profession. This article aims to analyze the curriculum of a Degree in Engineering in the Industrial field without professional attributions to incorporate the necessary changes that adjust said degree to Order CIN/351/2009.

Keywords: Industrial Engineering, professional attributions, Energy, Electrical specialty.

Resumen

Actualmente, en la Universidad se imparten Grados cuyos planes de estudio son conducentes a la obtención de los títulos que habilitan para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial, cuyos planes de estudio no dan acceso al ejercicio de la profesión. Este artículo tiene como objetivo analizar el plan de estudios de un Grado en Ingeniería del ámbito Industrial sin atribuciones profesionales para incorporar los cambios necesarios que la ajusten a la Orden CIN/351/2009.

Palabras clave: Ingeniería Industrial, atribuciones profesionales, Energía, especialidad Eléctrica.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es analizar el plan de estudios del “Grado en Ingeniería de la Energía” de la ETS de Ingenieros Industriales de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), con el fin de proponer una adaptación de este que permita acceder a la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

La enseñanza en el ámbito de la ingeniería industrial en España se estableció en 1850 con el decreto de Seijas Lozano (Pavón, 1996), que dividía tres grados las enseñanzas industriales: Elemental, Medio y Superior (Pavón, 2000), pudiéndose acceder a distintas titulaciones, entre ellas, ingeniero mecánico o químico de II^a clase, ingeniero industrial de II^a clase, ingeniero mecánico o químico de I^a clase y, por último, el ingeniero industrial de I^a clase.

En mayo de 1855, con la promulgación del Decreto de Luxán (Pavón, 1996), se reformó la enseñanza industrial simplificando las titulaciones, manteniéndose únicamente el Ingeniero Industrial. Ahora bien, como por normativa seguían existiendo las especialidades de mecánica y

química, ello implicaba que todo “Ingeniero Mecánico” o “Ingeniero Químico” era “Ingeniero Industrial”.

De hecho, en este Decreto se regularon las primeras atribuciones profesionales. Si bien los títulos creados por dicho Decreto no conferían derechos exclusivos para el ejercicio de la profesión industrial, sí que eran capaces de demostrar la idoneidad y aptitud de los Ingenieros Industriales, Mecánicos o Químicos, para un determinado número de atribuciones profesionales (Valbuena, 1996).

Esta reforma fue derogada por la Ley Moyano en 1857 (Alcaide, 2009), que estableció una ordenación general de prácticamente todas las enseñanzas del sistema educativo, y otorgó la categoría de enseñanza Superior a los estudios de Ingeniería Industrial, manteniéndose vigente hasta la promulgación de la Ley General de Educación.

La citada Ley reguló que la enseñanza podía ser pública o privada, dividió la enseñanza en tres periodos (primera, segunda y superior, esta última que comprendía la enseñanza industrial), estableció el carácter exclusivamente público de las enseñanzas de grado superior y acordó que el sostenimiento de las Universidades y Escuelas profesionales superiores correspondía a las provincias, los Ayuntamientos y el Estado.

La regulación, junto con las escasas salidas profesionales para los estudios de ingeniería industrial, supuso que las matrículas disminuyeran. Así, el alumnado de los estudios de Ingeniería Industrial descendió por la falta de atribuciones profesionales que otorgaba el Estado, y por la discriminación, en este sentido, frente a otras especialidades (Viguera, 1944).

En 1901, por Real Decreto de 17 de agosto, el ministro de Instrucción Pública puso las bases de una nueva reforma de las enseñanzas industriales organizadas como: estudios elementales y estudios superiores de industrias.

Además, creó determinadas Escuelas Superiores de Industrias, donde se otorgaban, según el caso, los certificados de Mecánico, Electricista, Metalurgista ensayador, Químico o Aparejador, que eran títulos que daban derecho a ejercer las profesiones correspondientes y a matricularse en las Escuelas Superiores de Ingenieros Industriales de Barcelona y Bilbao, así como en la Escuela Central de Ingenieros Industriales de Madrid, que se restableció por este Real Decreto.

En 1907 se publicó un nuevo Plan de Estudios que ampliaba los cursos de la carrera a seis años. Si bien todo el alumnado estudiaba las mismas asignaturas, el título de Ingeniero Industrial capacitaba para desempeñar las especialidades Mecánica, Química y Electricidad (Valbuena, 1996). Y a través del Real Decreto de 23 de marzo de 1911 se creó el Cuerpo Nacional de Ingenieros Industriales.

El 31 de octubre de 1924 se promulgaría el Estatuto de la Enseñanza Industrial (Conesa, 2009), donde se clasificarían las enseñanzas industriales, según su objeto, en: Enseñanza obrera, Enseñanza profesional (preparación para las profesiones técnicas industriales), Enseñanza facultativa (personal capacitado para redactar y firmar dictámenes, peritaciones, informes y presupuestos sobre la materia industrial, y que se impartiría en las Escuelas de Ingenieros Industriales) e Instituciones de investigación y ampliación de estudios.

Y con el Decreto del 18 de septiembre de 1935, se regularían las atribuciones de los Ingenieros Industriales, confiriéndoles plena capacidad para proyectar, ejecutar y dirigir toda clase de instalaciones y explotaciones comprendidas en las ramas de la técnica industrial química, mecánica y eléctrica y de economía industrial.

Finalizada la Guerra Civil en España, el nuevo régimen publicó la Orden del 7 de mayo de 1940, donde se reorganizarían las Escuelas de Ingenieros Industriales. Y en paralelo, también el Gobierno se propuso industrializar el país, para lo que se pondría en marcha el Instituto Nacional de Industria (INI), y en donde tanto los estudiantes de ingeniería como las Escuelas de Ingeniería Industrial tendrían un papel fundamental, puesto que al constituirse como un grupo industrial y financiero del que dependían multitud de empresas, perfiles como el de Ingeniero Industrial resultaron determinantes.

Y en la Ley de 20 de julio de 1957 sobre ordenación de las enseñanzas técnica, se establecieron los siguientes Títulos:

- Enseñanzas de Grado Superior: de Arquitecto y de Ingenieros, de Doctor Arquitecto y de Doctor Ingeniero, que representan la plenitud de titulación en el orden profesional para el ejercicio de la técnica correspondiente.
- Enseñanzas de Grado Medio: de Aparejador de Obras y de Perito, que se correspondería a una formación especializada, de carácter eminentemente práctico.

Ya en la Ley 2/1964, de 29 de abril, sobre Ordenación de las Enseñanzas Técnicas, se reguló que la duración de las enseñanzas en las Escuelas Técnicas de Grado Superior fuera de cinco años académicos, y que, en las Escuelas Técnicas de Grado Medio, la duración de las enseñanzas fue de tres años académicos. Y años más tarde, se aprobó el Decreto 148/1969, de 13 de febrero, por el que se regulan las denominaciones de los graduados en Escuelas Técnicas y las especialidades a cursar en las Escuelas de Arquitectura e Ingeniería Técnica.

Este proceso legislativo culminó con la aprobación de la Ley 12/1986, de atribuciones profesionales de ingenieros y arquitectos técnicos, donde se establecen las denominaciones de los técnicos de Grado Superior, entre ellos, el de Ingeniero Industrial, y se recoge que las denominaciones de los técnicos de Grado Medio serán las de Arquitecto Técnico e Ingeniero Técnico, seguido de la correspondiente especialidad cursada, esto es, Ingeniero Técnico Industrial. Además, regula las especialidades de la Ingeniería Técnica Industrial, a saber, Mecánica, Eléctrica, Electrónica, Química y Textil.

METODOLOGÍA

Una vez analizado el camino seguido hasta llegar al momento actual, nos encontramos con que, en nuestros días, los estudiantes de Grado en Ingeniería de la rama Industrial tienen una amplia oferta de títulos de grado, pero no todos habilitan para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial, únicamente aquellos cuyos planes de estudios cumplen lo establecido en la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero.

De hecho, según la Guía de Egresados y Matriculados en Grados en ingenierías del ámbito Industrial elaborada por el Consejo General de Colegios Oficiales de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de España (COGITI), en la comparativa de matriculados / egresados en

Grados en Ingeniería con atribuciones, Grados en Ingeniería en Tecnologías Industriales (sin atribuciones y sin acceso a una profesión regulada) y otros Grados en Ingeniería sin atribuciones profesionales ni acceso a profesión regulada (Guía de Egresados y Matriculados en Grados en Ingenierías del ámbito Industrial, s.f.), los datos son los siguientes:

Tabla 1. Egresados en el ámbito industrial

Grados en Ingeniería	Curso 2018-2019		Curso 2019-2020		Curso 2020-2021	
	Matriculados	Egresados	Matriculados	Egresados	Matriculados	Egresados
Con atribuciones	46.535	7.204	44.989	7.316	45.460	0
Tecnologías Industriales	8.113	2.478	7.842	2.511	7.841	0
Sin atribuciones	17.594	3.038	18.075	3.272	17.688	0

A continuación, se procede a analizar el Grado oficial en Ingeniería de la Energía que se imparte en España con distintas denominaciones, que varían según la Universidad que lo oferta, y entre los que se distinguen dos grupos: aquellos que no habilitan para ejercer profesión alguna y los que dan acceso a la profesión de Ingeniero Técnico de Minas.

El Grado que no habilita para profesión alguna se imparte en las siguientes Universidades: Universidad de Vigo, Universidad Politécnica de Catalunya (Barcelona), Mondragón Unibertsitatea (Mondragón), Universidad Rey Juan Carlos, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad de Jaén, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Europea de Madrid, Universidad de Sevilla, Universidad San Jorge (Zaragoza), Universidad Loyola Andalucía (Sevilla), UNED, Universidad de Navarra (Pamplona), Universidad Carlos III de Madrid, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Lleida, Universidad de Huelva y Universidad Cardenal Herrera – CEU (Valencia).

Por el contrario, el Grado que da acceso a la profesión de Ingeniero Técnico de Minas se imparte, con distintas denominaciones, tales como “Grado en Energía”, “Grado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía” o “Grado en Ingeniería de Tecnología de Minas y Energía”, se imparte en las siguientes Universidades: Universidad Politécnica de Cartagena (Murcia), Universidad de León, Universidad de Córdoba, Universidad de Oviedo, Universidad de Cantabria (Santander), Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Castilla – La Mancha (Ciudad Real), Universidad de Huelva, Universidad Alfonso X El Sabio (Madrid), Universidad del País Vasco (San Sebastián) y Universidad de Salamanca.

Esto conlleva a que el alumnado tenga acceso a un Grado con gran aceptación, pero que dependiendo de la Universidad donde se imparta, tendrá una denominación determinada y dará acceso o no a la profesión de Ingeniero Técnico de Minas, lo que genera confusión entre el alumnado cuando finalizan sus estudios.

Por todo ello, a continuación, se realiza un análisis de los complementos formativos necesarios en el itinerario del título de “Grado en Ingeniería de la Energía” que actualmente se imparte en la UNED para adquirir las competencias señaladas en la Orden CIN/351/2009 y por ende, dicho título habilite para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial, lo que supone tener atribuciones profesionales para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial.

Los requisitos que debe cumplir el plan de estudios son un total de 240 créditos europeos ECTS. De estos 240 ECTS, 60 ECTS corresponderían al bloque de formación básica, otros 60 ECTS al bloque común a la rama industrial (obligatoria), 48 ECTS correspondientes a un bloque completo correspondiente a cada ámbito de tecnología específica y un trabajo fin de grado de 12 ECTS.

El plan de estudios del Grado en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) que da acceso a la profesión de Ingeniero Técnico Industrial comparte materias con el plan de estudios del Grado Ingeniería de la Energía y por ello se toma como referencia para analizar los mencionados complementos formativos.

Para ello, se proponen dos opciones:

- 1) Incluir en el plan de formación del Grado en Ingeniería de la Energía los complementos necesarios para que pueda adquirir las atribuciones profesionales del Ingeniero Técnico Industrial con la especialidad en electricidad.
- 2) Incluir en el actual Grado en Ingeniería de la Energía, que ahora mismo consta de cuatro Menciones: 1) en Energía Nuclear, 2) en Energías Renovables, 3) en Instalaciones y Eficiencia Energética y 4) Mención Genérica, una nueva Mención en Electricidad, que otorgaría las atribuciones profesionales del Ingeniero Técnico Industrial con la especialidad en Electricidad.

RESULTADOS

Opción 1: Incluir en el plan de formación del Grado en Ingeniería de la Energía las materias necesarias para cumplir con las competencias exigidas en la Orden CIN/351/2009.

Tabla 2. Complementos formativos opción 1

Competencia	Asignatura propuesta	ECTs
Capacidad para el cálculo y diseño de líneas eléctricas de alta tensión	Líneas de Instalaciones de Alta Tensión	5
Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja y media tensión	Instalaciones de Baja y Media Tensión	5
Conocimiento de los principios de la regulación automática y su aplicación a la automatización industrial	Automatización Industrial	5
Capacidad para el cálculo y diseño de líneas eléctricas y transporte de energía eléctrica	Diseño y cálculo de Instalaciones Eléctricas	5
Conocimiento sobre sistemas eléctricos de potencia y sus aplicaciones	Análisis y Operación de Sistemas Eléctricos	5

Las asignaturas que deberían ser sustituidas en el actual plan de formación analizado son: "Termodinámica II", "Mecánica de Fluidos II", "Ampliación de Cálculo", "Ampliación de Máquinas Térmicas" y "Máquinas Hidráulicas".

Opción 2: Mantener las asignaturas del plan de estudios de Grado en Ingeniería de la Energía correspondientes a las competencias propuestas en la Orden CIN/351/2009 e incluir una nueva mención en Electricidad que incluya las asignaturas necesarias para adquirir las competencias del “Grado en Ingeniería Eléctrica”.

Optativas propuestas para obtener la Mención en Electricidad:

Tabla 3. Complementos formativos opción 2.

Competencia	Asignatura propuesta	ECTs
Capacidad para el cálculo y diseño de líneas eléctricas de alta tensión	Líneas de Instalaciones de Alta Tensión	5
Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja y media tensión	Instalaciones de Baja y Media Tensión	5
Automatización Industrial	Conocimiento de los principios de la regulación automática y su aplicación a la automatización industrial	5
Diseño y cálculo de Instalaciones Eléctricas	Capacidad para el cálculo y diseño de líneas eléctricas y transporte de energía eléctrica	5
Análisis y Operación de Sistemas Eléctricos	Conocimiento sobre sistemas eléctricos de potencia y sus aplicaciones	5

CONCLUSIONES

En ambos casos, con la incorporación de las asignaturas expuestas al Grado en Ingeniería de la Energía, cumpliría con las competencias establecidas en la Orden CIN/251/2009 y, por tanto, se podrían solicitar las atribuciones profesionales del Ingeniero Técnicos Industrial Eléctrico. Esto permitiría al estudiante cursar una titulación de Grado reconocida tanto en el ámbito laboral como en el ámbito internacional, y enfrentarse a los retos tecnológicos y contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia global, y a la implantación de políticas energéticas de ahorro, sostenibilidad y racionalidad en la generación y uso de la energía. Sería interesante completar esta propuesta con las asignaturas del ámbito de la “Mecánica de Fluidos”, en la idea de completar el itinerario hacia un grado combinado con el “Grado en Ingeniería Mecánica”.

REFERENCIAS

- Alcaide, A. M. (2009). *Una Ley centenaria: la Ley de Instrucción Pública (Ley Moyano, 1857)*. Muesca, 105-127.
- COGITI *Guía de Egresados y Matriculados en Grados en Ingenierías del ámbito Industrial*. (<https://www.cogiti.es/egresados-grado/index.php>)
- Conesa, A. V. (2009). *Un apunte sobre la historia de la Ingeniería Técnica*. Técnica Industrial, 71-73.
- Valbuena, P. (1996). *Historia de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid desde 1901 hasta 1972*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Pavón, J. M. (1996). *La enseñanza de la Ingeniería Industrial en España entre 1850 y 1868. La Escuela Industrial de Sevilla*. Llu, 27-49.
- Pavón, J. M. (2000). *La Escuela Industrial de Vergara (1848 - 1860)*. Ediciones Universidad de Salamanca, 225-248.
- Revista Técnica Industrial. (2009). *Un apunte sobre la historia de la Ingeniería*. <https://www.tecnicaindustrial.es>
- Valbuena, P. (1996). *Historia de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid desde 1901 hasta 1972*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Viguera, J. M. (1944). *La ingeniería industrial española en el siglo XIX*. Blass, S.A.

La Cátedra Torrecid como herramienta para el desarrollo del talento

Javier Gasch Saborit^a, José Enrique Clar Palomares^b, Jennifer Viedma Marín^c, Esperanza M. Garcia-Castello^d, María Isabel Iborra-Clar^e, Inmaculada Garrudo Antonaf y Pedro Fuentes-Durá^g

^aTorrecid, javierg@torrecid.com, ^bTorrecid, jeclar@torrecid.com, ^cTorrecid, Jennifer.viedma@torrecid.com, ^dUniversitat Politècnica de València, egarcia1@iqn.upv.es, ^eUniversitat Politècnica de València, miborra@iqn.upv.es, ^fUniversitat Politècnica de València, ingaran@sie.upv.es, ^gUniversitat Politècnica de València, pfuentes@iqn.upv.es.

Abstract

All kinds of Institutions are looking for talent and skills. The cooperation between universities and companies provides a set of advantages for talent development and mindset enhancement. This paper summarizes the activities organized and supported by the Cátedra Fundación Torrecid to discover leaders and pioneers and promote the international and the entrepreneur mindset.

Keywords: talent, development, challenges, Cátedra, innovation.

Resumen

Actualmente, todas las instituciones buscan talento y habilidades. La cooperación entre universidades y empresas proporciona una serie de ventajas para el desarrollo del talento y la mejora de la mentalidad y la actitud. Este trabajo resume las actividades organizadas y apoyadas por la Cátedra Fundación Torrecid para descubrir líderes y pioneros, y promover la mentalidad internacional y emprendedora.

Palabras clave: talento, desarrollo, desafíos, Cátedra, innovación.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Si entendemos la palabra talento como la capacidad de entender y la de ser capaz para el desempeño de algo, no es de extrañar que las universidades, las empresas y cualquier institución quieran desarrollarlo y atraerlo. Gestionar el talento humano es promover la formación integral de las personas, para que actúen de manera exitosa en diferentes situaciones. Los sistemas educativos se adecúan a las formas de pensar, de organizar, de producir y de transmitir conocimientos. Se implican socialmente para conseguir comunidades de aprendizaje donde se aprenda a indagar, procesar, organizar, crear y aplicar el conocimiento.

Desde hace décadas, la empresa Torrecid colabora con la Universitat Politècnica de València (UPV) en esta dirección con acciones de características diversas. Algunas acciones son puntuales como una visita a las instalaciones de la empresa, o a su stand en una feria profesional (Figuras 1 y 2). En ellas se promueven estrategias de pensamiento de alto nivel y el interés por seguir aprendiendo. También permiten impactar en la motivación de los estudiantes al conectar los conceptos vistos en el aula con situaciones en contextos reales. Si además las acciones se plantean de manera lógica y creativa, como, por ejemplo, generando una simulación empresarial, los resultados son espectaculares (Figura 3). Otras acciones puntuales son las intervenciones a través de charlas técnicas de personal de la empresa en la UPV sobre Innovación, Gestión ambiental o Reacciones sólido-sólido, por ejemplo.



Fig. 1. Visita del grupo del European Industrial Management al stand de Torrecid en CEVISAMA, Paterna, en 2012.



Fig. 2. Visita de un grupo del European Project Semester a la sede Torrecid, L'Alcora, en 2019.

Otras acciones de colaboración son más largas, como los convenios de prácticas, con los que los estudiantes realizan un periodo de aprendizaje en las instalaciones de Torrecid, o los desafíos lanzados para los equipos del *European Project Semester* (Budzinska et al., 2022). En ellos, equipos de estudiantes internacionales dan respuesta a diferentes retos sobre el mercado o la tecnología relacionada con el sector cerámico.



Fig. 3. Foto de grupo tras la simulación empresarial de espíritu innovador realizada en las instalaciones de Torrecid, L'Alcora, en 2013.

En 2015, la UPV y Torrecid acuerdan crear La Cátedra Fundación Torrecid (antes Cátedra Torrecid) para dar continuidad a la estrecha colaboración existente desde 1980. Se establece, de este modo, un marco vertebrador y una dimensión trascendente para la amplia y cualificada cooperación empresa-universidad y se define un objetivo primordial: premiar y potenciar el esfuerzo realizado por los estudiantes de la UPV, para proporcionar futuros líderes empresariales que puedan abrir nuevos caminos en el sector cerámico u otros sectores. Es una apuesta por el potencial humano, bajo la premisa de que las personas son la base de cualquier tipo de actividad, y que de su formación depende el desarrollo futuro de las empresas y de la sociedad (Scott, 2010).

Para Torrecid es una expresión de responsabilidad social empresarial con repercusión positiva para la sociedad y una oportunidad para establecer contacto con el talento generado en la universidad, acompañándola en el objetivo de contribuir a la formación de profesionales y al desarrollo económico y social. Para la comunidad universitaria, es un acercamiento a una empresa de prestigio, lo que propicia todo tipo de oportunidades. La Cátedra está adscrita a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII) y dirigida desde el Departamento de Ingeniería Química y Nuclear.

METODOLOGIA

Aunque la situación sanitaria ha mejorado, el curso actual ha sido influenciado por la pandemia. En cualquier caso, se ha continuado con la mayoría de las acciones de años anteriores y se han propuesto algunas nuevas. A continuación, se destacan algunas acciones llevadas a cabo por la Cátedra para cumplir sus objetivos:

A. Premios Talento Cátedra Fundación Torrecid. Incluye la adjudicación de hasta 15 premios con una dotación económica de 1.000 € cada uno, además de un diploma y la posibilidad de realizar una estancia en la empresa.

B. Ayudas de Intercambio académico internacional. Estas ayudas consisten en un total de 8 bolsas de viaje Erasmus para alumnos y alumnas de la ETSII por un total de 750 € cada bolsa y otras 8 bolsas de viaje para el alumnado del Máster Universitario en Ingeniería Industrial de la ETSII que cursan una doble titulación, por un importe de 750 € cada una.

C. Reconocimiento a los 8 mejores Trabajos Fin de Grado presentados en varias Escuelas/Facultades de la UPV, con un diploma acreditativo y una dotación económica de 750 € a cada uno.

D. Colaboración con el Club de Debate UPV. Se reparten un total de 300 € entre los integrantes del equipo ganador del primer premio y 200 € al subcampeón del XVIII Torneo Debate UPV.

E. Colaboración con la Asociación Juvenil de la UPV LideraT. Se ha colaborado con la Asociación LideraT en las actividades de Generación Espontánea para la promoción de la iniciativa *Analytical Challenge*. La colaboración se ha visto reflejada en la financiación de los gastos de impresión de folletos trípticos y camisetas para el stand que la Asociación tenía el 7 de octubre de 2021 (Figuras 4 y 5). Tras el reto planteado en la convocatoria, los 8 estudiantes seleccionados han asistido a un curso de liderazgo con una duración de 8 horas en la Escuela de Empresarios EDEM durante el mes de mayo de 2022.



Fig. 4. Vista del equipo LideraT y su stand. Campus de Vera, Valencia, 7 de octubre de 2021.



Fig. 5. Tríptico LideraT. Campus de Vera, Valencia, 7 de octubre 2021.

F. IV Ceremonia de entrega de Diplomas a los estudiantes premiados en las anualidades 2019 y 2020. El día 16 de diciembre de 2021 se celebró el acto de entrega de los Diplomas a los premiados en las diferentes convocatorias de las anualidades 2019 y 2020 (Figura 6). Al acto, asistió un gran porcentaje de los premiados, y se contó con la presencia de la Vicerrectora de

Empleo y Formación Permanente, el director de la ETSII, el Presidente de la Comisión de Seguimiento de la Cátedra Fundación Torrecid y la directora de la Cátedra Fundación Torrecid (Figura 7).



Fig. 6. Foto de grupo en la IV Ceremonia de entrega de diplomas de la Cátedra Fundación Torrecid, Hall de la ETSII, 16 de diciembre de 2021.



Fig. 7. IV Ceremonia de entrega de diplomas de la Cátedra Fundación Torrecid, Salón de Actos de la ETSII, 16 de diciembre de 2021. De izquierda a derecha, Javier Gasch (Presidente de la Comisión de Seguimiento de la Cátedra Fundación Torrecid), M^a Dolores Salvador (Vicerrectora de Empleo y Formación Permanente), Jorge García-Serra (Director de la ETSII) y Esperanza M. García (Dir. Cátedra Fundación Torrecid).

RESULTADOS

La Cátedra fomenta las habilidades emprendedoras, la excelencia y la mentalidad internacional entre los estudiantes de la UPV. Esto lo hace a través de acciones específicas, de su participación en las innovadoras actividades que organiza el Servicio integrado de Empleo (SIE) de la UPV y del apoyo a ciertos grupos de Generación Espontánea (GE).

Las acciones específicas son, fundamentalmente: a) Formación específica, b) Más de 100 premios otorgados a mejores expedientes académicos, TFG y TFM, c) Becas de colaboración

para matrículas de diferentes estudios de Máster, d) Ayudas para programas de intercambio académico internacional, y e) Visitas a Empresa.

Las actividades que organiza el Servicio Integrado de Empleo de la UPV son, básicamente: a) Foro de Empleo, b) Programa Quédate de retención de talento, c) *Interview Lab*, simulaciones de entrevistas de trabajo, y d) Programa *Skills Up* de empleabilidad y talento.

GE es la plataforma de la UPV para promover la adquisición de competencias transversales a través de la realización colectiva de actividades extracurriculares por parte de sus estudiantes. La Cátedra ha apoyado al Club de Debate, *Best Valencia*, *Azalea* y *LideraT*.

Los participantes en esta Cátedra tienen la oportunidad de conocer de primera mano a una empresa líder como Torrecid, y la ocasión de participar en actividades formativas y concursos de los que derivan aprendizajes y reconocimiento.

Las recompensas de distinto tipo, siempre asociadas a la excelencia, constituyen un estímulo. Los estudiantes más brillantes tienen expectativas positivas y confían en que serán recompensados, lo que se alinea con sus verdaderas expectativas (Valderrama, 2018).

CONCLUSIONES

Los organizadores de la Cátedra están muy satisfechos con este marco de acompañamiento y reconocimiento, convencidos de que añade valor al talento de los jóvenes universitarios. En la UPV hay mucho talento, y es una gran oportunidad para ambas partes poder contribuir a desarrollarlo y acercar el mundo empresarial a los estudiantes.

AGRADECIMIENTOS

La Cátedra Fundación Torrecid agradece el apoyo de todas las personas que colaboran en el desarrollo de sus actividades y la ilusión y el talento de los estudiantes que justifican los esfuerzos de la misma.

REFERENCIAS

- Budzinska, G., Hansen, J., Malheiro, B., & Fuentes-Durá, P. (2022). European Project Semester. En B. Malheiro y P. Fuentes-Durá (Eds.), *Handbook of Research on Improving Engineering Education with the European Project Semester* (pp. 1-22). IGI Global.
- Scott, P. (2010). Higher Education and the Transformation of Society. En P. Peterson, E. Baker y B. McGaw (Eds.) *International Encyclopedia of Education* (Third Edition) (pp. 370-376). Elsevier.
- Valderrama, B. (2018). La rueda de motivos: hacia una tabla periódica de la motivación humana. *Papeles del Psicólogo*, 39(1), 60-75.

Cátedra Istobal de Innovación Abierta como ejemplo de *engagement*

Yun Kwan^a, Marcos Rozas^b, Vicente Egea^c y Pedro Fuentes-Durá^d

^aIstobal, ykwan@istobal.com, ^bIstobal, mrozas@istobal.com, ^cIstobal, vegea@istobal.com, ^dUniversitat Politècnica de València y pfuentes@iqn.upv.es.

Abstract

Engagement is defined as "a positive mental state, of realization, related to work that is characterized by vigor, dedication, and absorption". The cooperation between universities and companies provides a set of advantages to increase it. This paper summarizes the activities organized for the Cátedra Istobal of Open Innovation to promote the engagement of students thanks to adapted training, flexible learning, challenges, team building, and recognition.

Keywords: engagement, flexible learning, challenges, Cátedra, open innovation.

Resumen

El *engagement* es un estado mental positivo de realización, relacionado con el trabajo, que se caracteriza por vigor, dedicación y absorción. La cooperación entre universidades y empresas proporciona una serie de ventajas para incrementarlo. Este trabajo resume las actividades organizadas por la Cátedra Istobal de Innovación Abierta para promover el compromiso de los estudiantes gracias a la formación adaptada, el aprendizaje flexible, los desafíos, la formación de equipos y el reconocimiento.

Palabras clave: compromiso, aprendizaje flexible, desafíos, Cátedra, innovación abierta.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Para que exista compromiso por aprender por parte una persona es necesario que exista un equilibrio entre la motivación (disposición y esfuerzo) y la satisfacción (recompensas). Para tener expectativas positivas y confiar en que serán recompensados, los seres humanos prefieren que las recompensas estén alineadas con sus verdaderas expectativas (Valderrama, 2018). Además, cuando se analiza el rendimiento final de los estudiantes, eliminando las variables de rendimiento previo, las variables metacognitivas (gestión del tiempo y regulación del esfuerzo) son las mejores predictoras (Broc, 2011). Reducir el abandono y aumentar el éxito de los estudiantes se ha convertido en el factor crucial para diseñar e implementar los títulos universitarios, cobrando especial importancia la incorporación de actividades que estimulen el compromiso (Kahu, 2018).

Las cátedras de empresa son un instrumento que permite establecer una amplia y cualificada colaboración de empresas con la universidad para desarrollar objetivos de formación, de divulgación, de transferencia del conocimiento y de investigación. En este contexto, empresa incluye fundaciones u otras instituciones. Para las empresas, la participación en la creación de cátedras de empresa, además de ser una expresión de responsabilidad social empresarial con repercusión positiva para la sociedad, es una oportunidad para establecer contacto con la vanguardia de la investigación, del conocimiento y del talento generado en la universidad, acompañándola en el objetivo de contribuir a la formación de profesionales y al desarrollo económico y social. Para la comunidad universitaria, estas cátedras facilitan la relación con empresas de prestigio, preocupadas por el conocimiento y la innovación, propiciando todo tipo de oportunidades.

El Programa de Cátedras de Empresa de la Universitat Politècnica de València (UPV) surgió en 2005 para cohesionar las cátedras surgidas desde 1999 y potenciar al máximo la relación entre la comunidad universitaria y el entorno empresarial. Las empresas contribuyen, mediante la colaboración para la creación de Cátedras de empresa, a la generación y difusión de conocimiento, y a la formación de futuros profesionales en áreas de interés común. La experiencia ha puesto de manifiesto la diversidad de modalidades de colaboración.

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

La Cátedra está adscrita a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño, pero es transdisciplinar y en ella tienen cabida proyectos y actividades de cualquier ámbito que contribuya a la innovación. Lo más importante es hacer protagonistas a jóvenes innovadores con muchas ganas de impulsar soluciones creativas para el lavado de vehículos que se aplicarán en el futuro. Es decir, poner en común el talento y la innovación que se genera en la universidad, con la dilatada experiencia de Istobal. Esta colaboración permite promover la investigación y el desarrollo de proyectos que puedan ser de aplicación en el sector del cuidado de vehículos, un sector muy tecnológico que en los últimos años está apostando mucho por la automatización de procesos, la digitalización, la robótica, la inteligencia artificial y los nuevos materiales.

METODOLOGIA

A continuación, se detallan las acciones llevadas a cabo por la Cátedra para cumplir sus objetivos.

- A. Colaboración en actividades docentes, a través de charlas técnicas en la UPV como “Innovación abierta en las empresas”, “Gestión de la sostenibilidad en la empresa” y “Cuidado de vehículos”.
- B. Visitas a las instalaciones de Istobal con estudiantes de la UPV, donde se combinan acciones como demostraciones tecnológicas, seguimiento de proyectos, pruebas de campo y planificación de actividades (Figura 1).



Fig. 1. Visita de seguimiento de proyectos a las instalaciones de Istobal.

- C. Colaboración en el diseño e impartición de programas de formación. Para fomentar la innovación hacen falta herramientas, habilidades intelectuales y visión estratégica. La Cátedra, en consonancia con esta idea, ofrece los siguientes cursos: Creatividad, la competencia esencial; NX CAD, CAE y *Animation Designer*; Transformación digital y otras verdades; UX. Experiencias y usuarios; Trabajo en equipo y Gestión ágil de proyectos (Figura 2).



Fig. 2. Fotos de grupo en actividades de Transformación digital (izquierda) y UX (derecha).

- D. Prácticas en empresa y Trabajos Fin de Carrera (TFC). La Cátedra estableció en el curso 20/21 tres convenios de prácticas conducentes a la elaboración de TFC:

- Diseño e implementación de sistemas sensores para equipos industriales mediante la utilización de la electrónica impresa con serigrafía y con *in-mold*, TFG en el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.
- LOPerdIA: Localización automática de objetos perdidos en vehículos mediante técnicas de visión artificial y *Deep Learning*, TFM en el Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica.

- Diseño de un Modelo para Mantenimiento y Asistencia Operativa de Puentes de Lavado con Plataformas de Realidad Aumentada, TFM en el Máster Universitario en Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Computador.

Durante el curso 21/22 se están llevando a cabo tres TFC en los ámbitos de la visión artificial para reconocimiento de elementos externos de los vehículos, las realidades mixtas en entornos industriales y el diseño circular para los materiales de embalaje.

E. La Cátedra lanza retos de innovación abierta para estimular la imaginación, la creatividad y las capacidades técnicas de los estudiantes involucrados. Durante 2021, se desarrollaron dos retos de curso por parte del grupo de Generación Espontánea (GE) YUDesign: *Gesture Control*, centrado en UX para el lavado exterior de vehículos y *Un simple reflejo*, orientado a la productividad y seguridad de las instalaciones. También se celebró el IV Reto de Innovación abierta focalizado en la economía circular, incorporando estudiantes de EPS y MakersUPV. GE es la plataforma de la UPV para promover la adquisición de competencias transversales a través de la realización colectiva de actividades extracurriculares por parte de sus estudiantes.

F. Promoción en eventos científicos-técnicos y realización de jornadas de divulgación. Como su participación como patrocinador en el CUIEET_29 o la reciente celebración de la Jornada de Innovación Abierta UPV-ISTOBAL, en la que pudieron conocerse los avances de los estudiantes involucrados y nuevas tecnologías sobre automatización y limpieza de superficies de la mano del Instituto de Automática e Informática industrial y del *Research Microcluster Cultural and Creative Industries, Tourism & Tech*, respectivamente (Figura 3).



Fig. 3. Jornada de Innovación Abierta celebrada en la ETSID el 5 de mayo del 2022.

G. Actividades con investigadores Promoción de encuentros de expertos en el área de interés de la Cátedra. La Cátedra organiza reuniones para explorar diversos campos de colaboración en innovación con profesores de diversas unidades de la UPV y los principales actores de Istobal. El último proyecto de innovación ha arrancado en colaboración con el Instituto Universitario Mixto de Tecnología Química relacionado con la economía circular.

RESULTADOS

El alumnado que participa en esta Cátedra tiene la singular ocasión de conocer de primera mano las herramientas tecnológicas y de gestión de un líder como Istobal, y la oportunidad de colaborar en proyectos de I+D+i que pueden desembocar en un aprendizaje excelente y, también, en sus trabajos de fin de carrera. El pasado verano, más de 50 estudiantes tuvieron la oportunidad de participar en el campus de creatividad que se celebró en la UPV (Figura 4).



Fig. 4. Grupo de trabajo del Campus de Creatividad 2021.

El curso 20/21 se presentaron tres TFC desarrollados en el ámbito de la Cátedra en los campos de Visión Artificial, Plastrónica y Realidades Mixtas. Los estudiantes también pueden participar desde los grupos de GE, como YUDesign o MakersUPV que ya han establecido grupos estables de trabajo para los retos planteados por la Cátedra (Figura 5).



Fig. 5. Equipo Istobal 21/22 formado por grupo de estudiantes del grupo de Generación Espontánea YUDesign.

Los resultados de los trabajos finales y los retos de curso fueron presentados con brillantez en las *Innovation Event Series* de Istobal, evento organizado con el fin de fomentar la creatividad y la generación de ideas. En concreto, 7 estudiantes presentaron 5 trabajos: dos TFM, un TFG y dos retos grupales denominados *Gesture Control* y *Un simple reflejo* (Figura 6).

Los estudiantes trabajan muy duro para obtener soluciones a retos reales. Es una maravilla poder contribuir a un aprendizaje tan auténtico, en el que hay que agradecer la implicación de todas las partes en cada etapa del proceso, incluyendo la oportunidad de presentar las propuestas en un escenario tan singular. Las *Istobal Innovation Event Series* son eventos de innovación abiertos a toda la empresa. Se trata de espacios de discusión en los que cualquier empleado puede presentar una idea. También cuentan con invitados de empresas y organizaciones externas que exponen sus estrategias de innovación (p.e. Aquaservice, Grefusa o Logifruit) a los que ahora se han sumado estudiantes de la UPV.



Fig. 6. Diversas imágenes de la participación de los estudiantes UPV en los ISTOBAL Innovation Event Series.

CONCLUSIONES

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

Fomentar la innovación desde todos los frentes posibles es fundamental para la estrategia actual de innovación abierta de una empresa como Istobal, que busca la excelencia en el sector y anticiparse a los retos globales. La divulgación de las actividades de la Cátedra en la web, la memoria anual de la UPV, en prensa y en redes sociales contribuye a mantener una participación adecuada en sus actividades.

AGRADECIMIENTOS

La Cátedra Istobal agradece a todas las personas que han colaborado en su puesta en marcha su profesionalidad y dedicación. También agradece a todos los estudiantes que han participado en sus actividades su contagiosa curiosidad y sus ganas de aprender y superarse.

REFERENCIAS

- Broc, M.A. (2011). Voluntad para estudiar, regulación del esfuerzo, gestión eficaz del tiempo y rendimiento académico en alumnos universitarios. *Revista de Investigación Educativa*, 29(1), 171–185.
- Kahu, E.R., & Nelson, K. (2018). Student engagement in the educational interface: understanding the mechanisms of student success. *Higher Education Research & Development*, 37, 58 - 71.
- Valderrama, B. (2018). La rueda de motivos: hacia una tabla periódica de la motivación humana. *Papeles del Psicólogo*, 39(1), 60-75.

Modelo basado en el aprendizaje por retos para la mejora del desempeño competencial

Diego Carmona-Fernández, Diego Rodríguez-Méndez, José Luis Canito-Lobo y Francisco Quintana-Gragera

Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Extremadura. dcarmona@unex.es.

Abstract

"Insanity is doing the same thing over and over again expecting different results." This phrase, attributed to Albert Einstein, contains a message that summarizes what has been happening in educational systems.

This work shows the influence of innovating, of "stopping doing the same thing", in four key aspects of learning: instruction, methodology, spaces and times, if you want to improve the performance of skills and begin to make the objectives of the Bologna Declaration.

Keywords: learning, competences, hiperclassrooms, ABR.

Resumen

"Locura es hacer lo mismo una y otra vez esperando obtener resultados diferentes". Esta frase, atribuida a Albert Einstein, encierra un mensaje que resume lo que viene sucediendo en los sistemas educativos.

En este trabajo se muestra la influencia de innovar, de "dejar de hacer lo mismo", en cuatro aspectos claves del aprendizaje: instrucción, metodología, espacios y tiempos, si se quiere mejorar el desempeño competencial y empezar a hacer realidad los objetivos de la Declaración de Bolonia.

Palabras clave: aprendizaje, competencias, hiperaulas, ABR.

INTRODUCCIÓN

Por suerte, cada vez es mayor el número de "locos" que optan por hacer algo distinto, por "innovar" en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

A nivel universitario, la Declaración de Bolonia, de 19 de junio de 1999, supuso el inicio del conocido proceso de Bolonia entre cuyos objetivos estaba establecer el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), buscando *"...introducir un sistema más comparable, compatible y coherente para la educación superior europea"*.

Entre los objetivos formulados en Bolonia encontramos la necesidad de *"...reformular la educación en torno al aprendizaje de alumno y no en la enseñanza articulada desde la transmisión de contenidos"*, *"...fomentando la formación continua a lo largo de la vida (lifelong learning)"*, *"...formular criterios académicos, competenciales y de cualificación profesional que*

respondan a la demanda del mercado laboral europeo y permitan responder a los retos educativos, laborales y sociales actuales” (García, 2008).

Este cambio de paradigma educativo no es exclusivo del contexto universitario, sino que, bajo el término “Rethinking Education” y de acuerdo con la Comunicación de la Comisión Europea “Un nuevo concepto de educación: invertir en las competencias para lograr mejores resultados socioeconómicos”, se extendía a todos los niveles educativos, “de la cuna a la tumba”. En ella se invitaba a los Estados a tomar medidas inmediatas dirigidas a que los jóvenes desarrollasen las capacidades y competencias necesarias para el mercado laboral y para su desarrollo integral como personas. Entre esos retos se destacaba la necesidad de concentrar esfuerzos en el desarrollo de aptitudes transversales y la de medir los logros atendiendo a resultados de aprendizaje (y no a contenidos), entre otros, reclamando nuevos enfoques y metodologías centradas en el aprendizaje como herramienta para conseguirlo.

Algunas de las principales debilidades detectadas en este proceso de cambio de paradigma educativo que, centrado “en enseñar”, ha de evolucionar “al aprender”, tienen que ver precisamente con los tres objetivos anteriores, cuestionándose en relación con ellos que realmente se esté logrando un avance significativo en los mismos (Alonso, 2017). Diferenciar enseñanza de aprendizaje nos cuesta (Fernández, 2018). Y en esta dualidad solemos perdernos. Bolonia pide cambiar el enfoque mental poniendo al alumno en el centro de la actividad docente y que esta se centre en el aprendizaje, en los logros o resultados, y no en el profesor como transmisor de una serie de contenidos donde la evaluación mide cuántos de estos han sido procesados, memorizados. Supone confrontar dos modelos mentales, como en Matrix[®], uno “tradicional” y otro “actual”, “irreal” vs “real” para el momento/contexto actual.

La diferencia reside en “*dónde poner el acento*” (Carmona, 2021) y en cómo se actúa sobre los 4 elementos clave del aprendizaje (Rowe, 2007): (resultados de) *Aprendizaje*, *Metodología*, *Espacios* y *Tiempos* (acrónimo **AMET** o LMST en inglés).

Son muchas las iniciativas que encontramos difundidas en diferentes formatos de publicaciones resultado de actuaciones que buscan innovar en relación con el segundo elemento de los cuatro anteriores: *metodología*. Pero no encontramos tantas en relación con los tres restantes, especialmente sobre los dos que consideramos clave: la planificación desde resultados de aprendizaje y los espacios. En este trabajo se muestra la importancia que, sobre la mejora del desempeño competencial, supone implementar actuaciones donde se trabaje sobre los cuatro elementos de los modelos AMET de forma integral y coordinada.

OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio ha sido evaluar la mejora del desempeño competencial que se produce en un conjunto de competencias técnicas y transversales cuando se evoluciona de un modelo tradicional de “enseñanza” a un modelo AMET de “aprendizaje”. Como objetivo específico se trabajó en detectar la influencia que cada uno de los cuatro elementos considerados clave en los procesos de aprendizaje: instrucción, metodología, espacios y tiempos, tiene sobre la mejora competencial, permitiendo así poder cuestionar la conveniencia de incluirlo en el modelo final.

METODOLOGÍA Y DESARROLLO

En la Escuela de Ingenierías Industriales de la UEx, tanto desde el equipo directivo como desde el grupo de innovación docente (GID) “Innovación”, se impulsa un modelo que, aunando las fortalezas de los enfoques de aprendizaje basado en retos (ABR) (Edutrens, 2016), de metodologías con fuerte arraigo en el Project management, como “no problemas, Soluciones (npS)” (Cerezo, 2018), de la potencialidad de los espacios hiperaula (Fernández, 2018) y espacios RTC (Reinvent The Classroom impulsado por HP, Intel y Microsoft <https://reinventtheclassroom.com/>), y que no se constriñe a la secuencialidad temporal habitual de los procesos tradicionales (Fernández, 2019), está consiguiendo excelentes resultados en la mejora del desempeño competencial (a ello se une una mejora evidente en la satisfacción docente tanto del estudiante como del profesorado participante).

El modelo AMET utilizado en este trabajo tiene las siguientes *características metodológicas*:

1. *Aprendizaje*: Instrucción Basada en Retos (ABR) (parte de resultados de aprendizaje).
2. *Metodología*: npS (no problemas, Soluciones).
3. *Espacios*: Hiperaulas y espacios RTC.
4. *Tiempos*: Programación temporal no secuencial, no lineal ni dividida en unidades de tiempo uniformes (fin “a las horas de 50 minutos”).

Para implementarlo se seleccionó una asignatura del Grado en Ingeniería Eléctrica de 4º curso. Se inició el trabajo en el curso 2015-2016, finalizando en el 2020-2021. Se seleccionaron, al comienzo del proceso, un total de tres competencias técnicas (CETE6: conocimiento sobre sistemas eléctricos de potencia y sus aplicaciones; CECRI10: conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad; y CETE10: conocimiento aplicado sobre energías renovables) y dos competencias transversales (CT9: trabajo en equipo, y CT10: capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas), que serían las que se evaluarían para medir la mejora del desempeño competencial que la actuación total del nuevo enfoque AMET permitiría alcanzar.

Para cada uno de los 5 años que ha durado la actuación se seleccionó, al comienzo del curso, una muestra objetivo de 15 estudiantes sobre los que se haría el seguimiento sin su conocimiento y sin diferenciarlo del resto de la clase. Estos alumnos se seleccionaron a partir de las notas obtenidas en la EBAU o pruebas de acceso a la Universidad, con el fin de que, la media y la desviación típica de las calificaciones de los estudiantes en esta prueba fueran similares en cada curso, evitando así el sesgo que produciría, por ejemplo, que en alguno de los cursos la media de las calificaciones de acceso del grupo fuera muy superior a la de otros cursos o que hubiese una mayor dispersión dentro de la muestra entre los diferentes alumnos.

En el curso 2015-16 se trabajó con el modelo considerado *tradicional*, esto es, predominio de clases basadas en contenidos y actuación predominante del profesor, tal y como venía realizándose en cursos precedentes, con división de la asignatura en clases de grupo grande con predominio de lección magistral, clases de laboratorio, seminarios y prácticas de ordenador y tutorías tradicionales, “empaquetado” en unidades de “horas de 50 minutos”.

En el curso 2016-17, se implementó la primera actuación, trabajando sobre la A del modelo AMET: aprendizaje. Para ello se empezó a trabajar bajo retos (ABR) que los alumnos

trabajaban en la asignatura desde el primer día, aunque los contenidos seguían siendo el vehículo predominante en el viaje enseñanza-aprendizaje: el punto de partida.

En el curso 2017-18, se implementó la segunda actuación, trabajando sobre la *M* del modelo: metodología. Se trabajó con la metodología npS (Cerezo, 2018), realizando una programación que partía de la formulación de resultados de aprendizaje explícitos para el estudiante, relacionándolos con las competencias a mejorar, abarcando los seis ámbitos del saber (saber, saber decir, saber hacer, saber ser, saber estar y saber querer) de forma proporcionada a los objetivos y finalidades buscadas, y con una formulación clara y explícita para el estudiante de los criterios de desempeño que conformarían la evaluación (rúbrica conocida al comienzo).

En el curso 2018-19, se trabajó en el tercer elemento AMET: los *Espacios*. Se trabajó con los estudiantes en un espacio hiperaula, donde era más fácil implementar ciertas actividades frente a las aulas-huevera, como las que suponían trabajar la competencia trabajo en equipo.

En el curso 2019-20, finalmente, se trabajó con el cuarto elemento: el *Tiempo*. Se rompió la linealidad tradicional de clases de intervalos temporales clásicos y de actividades teóricas de aula de grupo grande y prácticas de ordenador, seminario y/o laboratorio, para pasar a divisiones temporales adaptadas a la actividad a realizar dentro de la programación (si se necesitaban cuatro horas para una actividad, se trabajaba en ella cuatro horas seguidas).

RESULTADOS

Para poder medir la mejora del desempeño competencial se realizaron evaluaciones mediante rúbricas y observación 360º, en dos momentos temporales: al comienzo (primer día) y al final del cuatrimestre en el que se imparte la asignatura (evaluación final). Se realizaron dos evaluaciones más, no vinculantes, en momentos intermedios, para el control y seguimiento de la actividad y para motivación del alumnado. La puntuación de cada rúbrica fue normalizada a 100 puntos (valor máximo). La puntuación total de la evaluación podía alcanzar el valor máximo de 300 puntos, representativo de un desempeño competencial del 100%.

La evaluación realizada tenía tres vertientes: una, *autoevaluación*, realizada por el propio estudiante; otra, *coevaluación*, realizada por compañeros de clase; y una tercera, *heteroevaluación*, realizada por el profesor y un tercero (empresario, otro profesor, un profesional relacionado con la temática, etc.) que no hubiese participado del proceso formativo. Los pesos de estas tres componentes fueron, respectivamente: 25%, 30% y 45%.

Los resultados obtenidos se muestran en las tablas siguientes (se muestran por limitación de extensión las tablas para la competencia transversal *COM01: trabajo en equipo*, de las cinco que se evaluaron, para los cursos 2015-2016, modelo tradicional, y 2019-2020, modelo AMET).

Se muestran los estadísticos promedio y desviación típica en relación con la competencia evaluada, así como la varianza y los cuartiles en el momento inicial de la evaluación (IE), y al final del proceso (FE), normalizando los valores por estudiante con las ponderaciones anteriormente descritas y sobre la puntuación de cada rúbrica.

En las tablas anteriores puede observarse la mejora del desempeño competencial (*improvement*) al final del proceso comparada con la registrada en el comienzo, con un desempeño final para la competencia mostrada de 72 puntos porcentuales en *promedio*.

5. Curso 2019-2020 (AMET): Promedio final 72,2 %. Gap final: 12,4 %.

CONCLUSIONES

Si se quiere “poner el acento” en el estudiante hay que actuar sobre los cuatro elementos clave del aprendizaje, por su alta influencia en él. Actuar sobre la metodología para orientarla hacia versiones activas es condición necesaria pero no suficiente. Se necesita actuar sobre espacios y tiempos para aprovechar el potencial de instrucciones y metodologías activas.

En este trabajo se han mostrado los resultados de una de las cinco competencias evaluadas durante un quinquenio de actividad docente, de aquella en que la mejora del desempeño ha sido menor, llegando a la conclusión que, tanto en competencias técnicas como en competencias transversales, el modelo AMET implementado, es exitoso, con una reducción del gap competencial de casi 40 puntos porcentuales. El modelo ha sido implementado en otras asignaturas e, incluso, en la programación y definición de un Máster en su conjunto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Servicio de Orientación y Formación Docente del Vicerrectorado de Planificación Académica de la UEx la financiación concedida en las diferentes convocatorias de Proyectos de Innovación Educativa, así como a la totalidad de los integrantes del grupo GID Innovación por su ayuda en el desarrollo de los proyectos.

REFERENCIAS

- Alonso-Sáez, Israel y Maite Arandia-Loroño (2017), “15 años desde la Declaración de Bolonia. Desarrollo, situación actual y retos del Espacio Europeo de Educación Superior”, en Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES), México, UNAM-IISUE/Universia, vol. VIII, núm. 23, pp. 199-213.
- Carmona Fernández, D., Rodríguez Méndez, D., Canito Lobo, J., Quintana Gragera, F., Marcos Romero, A.C. (2021). “Modelo npS basado en el aprendizaje por retos (ABR) para la Educación Superior”. En *Experiencias disruptivas en entornos educativos*. p. 89-116. Octaedro. <https://doi.org/10.36006/16282>.
- Cerezo Narváez, A. y Bastante Ceca, M.J. (eds.) (2018). *Formando competentes*. En *Herramientas y experiencias para la evaluación por competencias en Dirección de Proyectos*. Cádiz: Editorial UCA, Valencia: AEIPRO.
- EduTrends. (2016). *Aprendizaje Basado en Retos*. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. Nuevo León, México: Editorial Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Disponible el 26/01/2021 en: <https://observatorio.tec.mx/edutrendsabr>.
- Fernández Enguita, M. (2019). La conquista del espacio. *DyLe*, 4. Disponible el 26/01/2021 en <https://blog.enguita.info/2020/01/la-conquista-del-espacio.html>.
- Fernández Enguita, M. (2018). Hacia el aprendizaje colaborativo en el propio ejercicio profesional. *Cuadernos de Pedagogía*, 489, p. 41-45.
- García Manjón, J.V., Pérez López, M.C. (2008). Espacio Europeo de Educación Superior, competencias profesionales y empleabilidad. *RIE*, 46(9), 1-12. <https://doi.org/10.35362/rie4691886>.
- Rowe, C. y Klein, S. (2007). A study of Challenge-Based Learning techniques in an introduction to engineering course. *ASEE PEER*. Disponible el 20/05/2022 en: <https://peer.asee.org/a-study-of-challenge-based-learning-techniques-in-an-introduction-to-engineering-course>.

Cátedra Stadler Rail Valencia SAU

Sergio Hoyas Calvo^a, Marina Puyuelo Cazorla^b, Santiago Escobar Román^c y José Alhambra^c

^a Universitat Politècnica de València, serhocal@mot.upv.es ^b Universitat Politècnica de València mapuca@ega.upv.es, ^c Universitat Politècnica de València sescobar@upv.es, Stadler Rail Valencia jose.alhambra@stadlerrail.com.

Abstract

The Stadler Rail Valencia SAU Chair has among its main tasks the training of professionals prepared to design the trains and streetcars of the present and the future. Through various initiatives, the aim is to facilitate the transition between the university and the company for the different professionals Stadler needs, such as design, mechanical, electronic, industrial engineers, etc. Among the initiatives are free CAD software courses, tutoring of master's theses, or the search for excellence in engineering through various competitions and awards.

Keywords: innovation, design, Learning; last year project.

Resumen

profesionales preparados para diseñar los trenes y tranvías del presente y del futuro. Mediante varias iniciativas, se pretende facilitar la transición entre la universidad y la empresa a los distintos profesionales que necesita Stadler, como ingenieros en diseño, mecánica, electrónicos, industriales, etc. Entre las iniciativas están cursos de software CAD gratuitos, tutorización de trabajos fin de master o la búsqueda de la excelencia en ingeniería mediante varios concursos y premios.

Palabras clave: innovación, diseño, Formación; trabajo fin de master.



Cátedra IDC Innovación, Diseño e Interculturalidad

Gabriel Songel^a y Pedro Fuentes-Durá^b

^a Universitat Politècnica de València, gsongel@upv.es ^b Universitat Politècnica de València
pfuentes@iqn.upv.es.

Abstract

The Business Chair Innovation, Design and Interculturality appears as a confluence in the search for new training structures for professional profiles able to manage the whole cycle of innovation, design, and manufacturing until the achievement of the market in intercultural environments. The purposes are to train professionals worldwide and to convert the relationship between supplier and client into a source of co-creation and generation of new business opportunities.

Keywords: innovation, design, interculturality, co-creation, management.

Resumen

La cátedra IDC Innovación Diseño e Interculturalidad surge como confluencia de la búsqueda de nuevas estructuras formativas de perfiles profesionales que gestionen el ciclo completo de la innovación, el diseño y la fabricación hasta la llegada al mercado en entornos interculturales. Los principales propósitos son formar profesionales de cualquier ámbito geográfico y convertir la relación entre proveedor y cliente en una fuente de cocreación y de generación de nuevas oportunidades de negocio.

Palabras clave: innovación, diseño, interculturalidad, cocreación, gestión.



TRANSFORMACIÓN SOSTENIBLE

SESIÓN PLENARIA - Jordi Alberola Albors

Soy Jordi Alberola Albors, tengo 40 años. A nivel académico, estudié primero una formación profesional en producción por mecanizado y después la carrera de ingeniero técnico en diseño industrial. Soy especialista en diseño de mobiliario, iluminación e interiores. A nivel profesional, llevo 6 años trabajando en cooperación internacional y a la vez siendo diseñador de productos. A nivel personal, me considero una persona que disfruta de la buena compañía y soy bastante activo, lo que se diría hace unos años un culo inquieto.

Metiéndonos un poco más en mi vida profesional, desde que empecé la carrera quería darle un enfoque más social al diseño industrial, alejarlo del consumismo masivo y, como decía Bruno Munari, solucionar problemas. Por este motivo siempre estuve buscando la manera de cumplir mi sueño de trabajar con artesanos de países con oportunidades diferentes a las del nuestro. Mi primera ocasión para hacer realidad este sueño fue en 2008, estuve 3 meses trabajando en Bamako, Mali, en la FNAM (Federación nacional de artesanos de Mali), trabajábamos con los materiales locales para diseñar de manera conjunta nuevos productos. Ahí me di cuenta de que esto era lo que me gustaba y a lo que me quería dedicar. A partir de ahí fui buscando recursos para poder continuar con este trabajo de apoyo a artesanos que necesitaban nuevos puntos de vista y nuevos productos. En 2012 di el salto al charco y estuve trabajando en la provincia de Imbabura en Ecuador, acompañando a un grupo de artesanos que trabajan la Tagua, el marfil vegetal. Este fue el punto de inflexión, al ver que el trabajo que hacíamos repercutía directamente en la vida de las personas. A raíz de estas experiencias decidimos fundar DEXDE design for development, una asociación sin ánimo de lucro que busca apoyar todo el proceso que rodea a la producción artesanal, siempre con la premisa de trabajar con los materiales locales y sin imponer ritmos ni ideologías.

Desde 2014 vivo y siento en Senegal, en la región sur llamada Casamance. Desde entonces me he dedicado a trabajar de una manera directa con grupos de mujeres con diversidad funcional, que realizan artesanía. Hemos apoyado a más de 6 grupos distintos, y hemos conseguido diseñar con ellos un catálogo de productos, todos realizados con materiales locales. Además de este catálogo, tienen la capacidad autónoma para desarrollar y gestionar su propio trabajo.

RESUMEN SESIÓN PLENARIA

El título de la conferencia “Educar en sostenibilidad como modo de vida” nombra tres palabras clave, de vital importancia y actualidad.

La educación es la oportunidad de acompañar a las personas que construirán nuestro futuro. Esta educación ha de ser práctica, cercana a la vida profesional.

El concepto de sostenibilidad es una etiqueta de moda que puede esconder un cambio que no está sucediendo y que es urgente. ¿Qué es realmente sostenible en este sistema de producción sin frenos? La sostenibilidad entendida como un equilibrio entre los seres que habitamos este planeta y sus recursos necesita un cambio mucho más profundo.

Un cambio que tiene que afectar directamente a nuestro modo de vida. Vivimos en el imperio de la productividad y el crecimiento económico como ideologías sobre las que crecen el resto de pilares de la sociedad. El cambio profundo que existe detrás de la palabra sostenibilidad conllevaría una desaceleración de estas necesidades ficticias creadas para mantener una rueda que solo beneficia a unos pocos. Entre los que no se encuentran beneficiados tenemos a países como Senegal donde la educación es un privilegio, la sostenibilidad un lujo y, en cambio, poseen un modo de vida del que extraer muchos ejemplos de sostenibilidad.

El diseño como herramienta de formación en sostenibilidad: el caso de Chile

Cristóbal Felipe Moreno Muñoz^a y Marina Puyuelo Cazorla^b

^a Universidad de Santiago de Chile. cristobal.moreno@usach.cl y ^b Universitat Politècnica de Valencia. mapuca@ega.upv.es.

Abstract

This article is based on a doctoral dissertation entitled, “Design as an engine of innovation and infrastructure for small and medium-sized businesses in Chile”, carried out by Moreno (2022). That study establishes the figure of the designer as an articulating agent within business, capable of creating innovations at every stage of the business process. On this basis, design is configured as a training tool for sustainability, applied to Chile.

Keywords: Small and medium businesses; Design; Innovation; Sustainability; Chile.

Resumen

El presente artículo se apoya en un trabajo doctoral titulado, “El diseño como motor de innovación e infraestructura para pequeñas y medianas empresas en Chile”, desarrollado por Moreno (2022). Ese estudio establece la figura del diseñador como un agente articulador dentro de la empresa, capaz de crear innovaciones en toda etapa del proceso empresarial. A partir de esa base, el diseño se configura como una herramienta de formación para la sostenibilidad, aplicada a Chile.

Palabras clave: Pequeñas y medianas empresas; Diseño; Innovación; Sostenibilidad; Chile.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El desarrollo sostenible es un compromiso que han asumido todos los países a nivel mundial. Entre ellos, surge Chile, que busca otorgar las bases para este compromiso desde la formación de los diseñadores, garantizando el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social. Este artículo plantea la comprensión semántica de la sostenibilidad y su aplicación en pequeñas y medianas empresas en Chile, a través del uso del diseño como un agente articulador capaz de generar innovación sostenible dentro de la empresa.

Se basa en un estudio doctoral enfocado en el uso del diseño en los negocios de 146 emprendedores pertenecientes a Centros de Desarrollo de Negocios (CDN) en Santiago de Chile, a través de encuestas. Estos CDNs fueron seleccionados por su índice de prioridad social que se configura en base a su nivel socioeconómico (Moreno, 2022). Es importante notar que a mayor nivel socioeconómico existen mayores recursos tanto económicos como culturales,

lo cual posibilita el uso estratégico del diseño en las empresas para dirigir sus esfuerzos hacia estrategias de gestión y sostenibilidad industrial.

Sustentabilidad Industrial

Es importante reconocer que las diversas interpretaciones de estos términos dificultan los acuerdos políticos en torno a los problemas socio-ecosistémicos (Aguilar, 2021). En este sentido, la semántica detrás de cada concepto denota una intención, ya sea económico, humano o ecológico con la cual se toman las decisiones políticas que afectan los recursos del planeta. A lo largo de su trayectoria, el uso de la palabra “sustentable” se aplica a “la sociedad y su significado apunta hacia el hecho de que es la sociedad la que debe adaptarse a nuevas condiciones que logren la estabilidad y bienestar de la naturaleza” (Aguilar, 2021, p. 68), apuntando a que estabilizar la naturaleza es también estabilizar la sociedad.

Esta concepción es limitante al considerar que los seres humanos expresan una cantidad infinita de necesidades que los recursos del entorno jamás podrán suplir. Ello crea la obligación en primer lugar de distinguir entre necesidad y deseo; y, segundo, de explorar la forma en la cual se manifiestan las decisiones económicas en nuestro entorno y considerar los límites de la sobreexplotación de los recursos naturales, la sobreproducción de bienes humanos y la alta emisión de gases de efecto invernadero que se desprenden de estas actividades (Aguilar, 2021).

En este sentido, es importante recordar que sustentable y sostenible no son sinónimos intercambiables, sino que denotan “cualidades” de las actividades industriales que hay que tener en cuenta. Por ello, se puede argumentar que las actividades industriales deben mantener cualidades sostenibles, que justifican el fin industrial y el uso de recursos, y cualidades sustentables, que pueden mantener los recursos naturales que estabilizan las economías y las sociedades.

El modelo económico de Chile

En este contexto, la economía chilena se rige por decisiones dirigidas por productores y consumidores, como componentes claves de un libre mercado en el cual el Estado no interfiere. Esto se deba a que Chile se encuentra marcado por un proceso de industrialización, iniciado en la década de los setenta, que buscó fortalecer su industria productora nacional para alejarse de su dependencia económica externa. Dentro de su plan de reformas surgió “la creación de instituciones capaces de hacer investigación tecnológica y de gestión tendiente al desarrollo de productos y procesos, así como a la solución de los problemas que las empresas enfrentaban en este ámbito” (Palmarola Sagredo, 2007). Dadas las nuevas prioridades, el enfoque se volcó a la generación de políticas para actualizar las industrias nacionales y enfrentar los problemas del subdesarrollo. Para ello, se usó la dimensión proyectual y tecnológica, propia del diseño industrial.

PYMEs en Chile

De acuerdo con la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, el concepto de PYME encierra el desglose de sus siglas (pequeña y mediana empresa), y hace las siguientes distinciones:



Fig. 1. PYMES según ingresos monetarios

Según el Ministerio de Economía, en 2019, las PYMES generaron el 53% de la fuerza laboral del país. No se cuestiona que son el motor de la economía; sin embargo, sus salarios son bajos y solo aportan un 17% del Producto Interno Bruto (PIB) ante el 83% que aportan las grandes empresas. De la misma forma, representan 13% del total de ventas de país, mientras que las grandes empresas obtienen 87%.

En el caso particular de Chile, la debilidad de las PYMES recae en una combinación de factores, tanto gubernamentales como socio económicos. En este sentido, las pequeñas y medianas empresas se encuentran tanto con mercados internos reducidos, escasez de capacidad adquisitiva, restricciones para acceder a fuentes de financiamiento, bajo apoyo gubernamental y políticas de fomento, como baja posibilidad de investigación y desarrollo, poca educación y formación para el emprendimiento mismo y falta de información sobre el poco fomento que puede haber.

El diseñador y el desarrollo sostenible industrial

El diseñador se ubica en un lugar privilegiado entre la creatividad y la utilidad, desde el cual logra encontrar soluciones que trascienden las cuestiones empresariales para responder de modo paralelo, a las necesidades sociales, apuntando a la humanización de la tecnología. El diseño facilita la interacción entre el objeto y su usuario y manifiesta una fuerte visión humanitaria. Esta visión se aplica tanto en productos como en procesos y servicios de cualquier área. De esta forma, la figura del diseñador es un articulador empresarial, una pieza fundamental en todo tipo de negocio, ya que es la gran clave que vincula a los clientes/usuarios con la producción y el consumo. Por ello, mientras mayor sea la inclusión del diseñador en cada etapa de las gestiones de negocios, mayor será la sostenibilidad y el crecimiento económico de la sociedad.

Estas interacciones se desenvuelven en el espacio de la interfase, durante la cual el diseñador debe generar diversas innovaciones para acomodar los productos y servicios que cumplen un propósito, en artefactos cómodos, atractivos y prácticos que las personas deseen obtener. Esto implica que el diseño es el motor de la innovación y, a su vez, la innovación es la clave para un crecimiento sostenible.

En este contexto, Bedoya (2020) argumenta que la formación de diseñadores es un espacio fundamental para la conservación, denotando que,

Es necesario que la disciplina del diseño asuma la responsabilidad y construya un espacio de diseño para la sostenibilidad, que permee los escenarios educativos en Latinoamérica (...) donde los componentes, las formas y las funciones se generan desde la producción industrial basada en economías tradicionales.

Ello tiene que ver con la idea que “la sostenibilidad aunada al diseño puede preparar los procesos asociados a la selección adecuada de materiales, reutilización de agua, disminución de energía y optimización de los elementos asociados a la industrialización y producción” (Bedoya, 2020) entre otros factores.

En 2016, Chile ocupó la posición 42 (Index, 2016) en torno a sus avances obtenidos dentro de los objetivos de desarrollo sostenible. Si bien el diseño es una herramienta articuladora que se puede aplicar en muchos objetivos, esta investigación se enfoca principalmente en el Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura y busca configurarse como un elemento integral en la sociedad para construir infraestructura resiliente, promover la industrialización inclusiva y fomentar la innovación. Es posible avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible al generar ideas y transformarlas en productos y servicios que aporten valor a las personas, mejorando su experiencia de uso y generando una rentabilidad sostenible para la empresa a través de la innovación otorgada por el diseñador.

METODOLOGÍA

Los Centros de Desarrollo de Negocios (CDN) pertenecen a la Institución gubernamental del Servicio de Cooperación Técnica de Chile, dirigida al fomento del emprendimiento y se enfocan en ofrecer servicios de apoyo y asesorías a emprendedores de micro, pequeñas y medianas empresas en temas de organización general y personal, finanzas, producción y comercialización. Los CDNs seleccionados para la muestra de este estudio corresponden a tres ayuntamientos de Santiago de Chile que responden a diferentes índices de prioridad social, dados por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2019). Este índice está dado por el nivel socioeconómico de cada ayuntamiento y se apoya en aspectos como el ingreso económico y nivel educacional del grupo familiar, al igual que las áreas verdes y centro de sanidad disponibles en dicho espacio. Dado este contexto, a menor nivel socioeconómico, mayor es el índice de prioridad social. Con esto en mente, los CDNs corresponden a Estación Central (prioridad media), La Florida (prioridad baja), y Ñuñoa (nula prioridad).

RESULTADOS

Uno de los primeros grandes problemas en torno a la configuración de pequeñas y medianas empresas en Chile es la falta de políticas públicas que fomenten tanto las capacidades del emprendedor como la infraestructura de la empresa y el enfoque de la economía sostenible, lo cual se logra no solo a través de talleres y asesorías, sino con más apoyo tanto financiero como en torno a las competencias del diseño. La siguiente figura denota como, a mayor inserción del diseño, como herramienta estratégica, mayor beneficio para la empresa, ya que se generan estrategias desde la innovación que ayudan a configurar elementos como la identidad de marca y la identificación de mercados, que articulan todas las partes de la empresa y fomentan su crecimiento económico.

Las figuras 2 y 3 grafican el uso que se le destina a la profesión del diseño en tres centros distintos pertenecientes a comunas de Santiago, Chile. La figura 2 demuestra que los emprendedores del centro ubicado en Ñuñoa son los únicos en aplicar el diseño a modo de herramienta de comercialización y estrategia comercial; mientras que los emprendedores de Estación Central y La Florida reparten su uso de diseño entre comunicación digital, materia gráfica, valor del producto y elementos visuales en ferias y exposiciones.

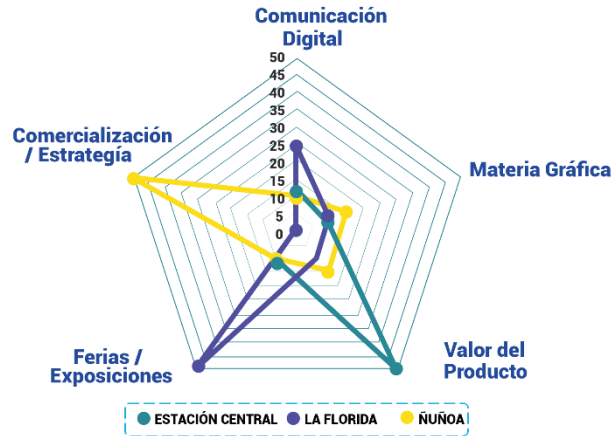


Fig. 2. Emprendedores CDN y el uso del diseño

En sintonía con ello, la figura 3 evidencia que el mismo centro que aplica el diseño como herramienta de comercialización y estrategia, Ñuñoa, logra mayor crecimiento empresarial que el resto de los centros, mejorando sus índices de vinculación entre clientes, redes con el entorno (academia, gremios y empresas), interés por la innovación, presupuesto para innovación y cultura de innovación.

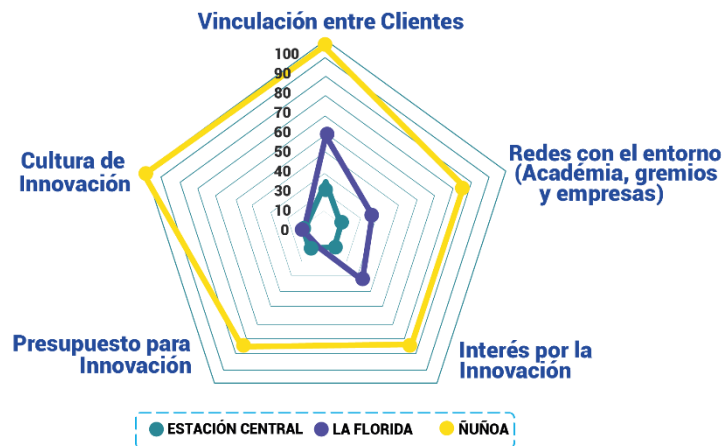


Fig. 3. El ecosistema del emprendimiento y la innovación

Otro punto crucial tiene que ver con la transferencia tecnológica, que se puede asumir como el proceso en el cual el sector privado obtiene el acceso a los avances tecnológicos desarrollados por científicos y logra trasladar sus conocimientos y tecnologías hacia empresas productivas para transformarlos en bienes, procesos y/o servicios comerciables.

CONCLUSIONES

Con lo anterior en mente, se vuelve crucial posicionar al diseñador como un profesional idóneo en la formación en sostenibilidad ya que no solo puede buscar el crecimiento económico de una empresa, sino que articula la reducción de brechas sociales y permite mayor competitividad. Esto se debe a que sus competencias le permiten transitar entre procesos de emprendimiento e innovación, con conciencia social, creativa y proyectual, dentro de su búsqueda por responder a necesidades sociales. En este sentido, su propósito cobra un carácter socio-tecnológico al impulsar la transferencia tecnológica en el ecosistema del emprendimiento para impulsar el desarrollo industrial sostenible y asumiendo las adecuaciones necesarias dentro de un entorno en constante proceso de cambio. Con esto en mente, las directrices metodológicas que se deben considerar para la inserción del diseño en el emprendimiento se pueden graficar en la siguiente figura.

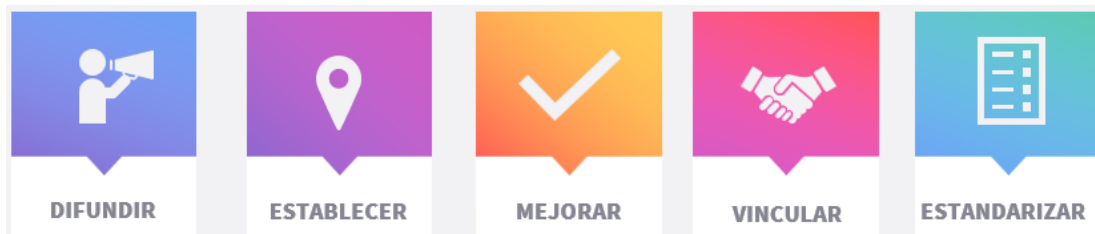


Fig. 4. Directrices metodológicas para la inserción del diseño

La figura 4 denota que es necesario difundir el conocimiento sobre la función del diseñador en la humanización de la tecnología; establecer el diseño en las políticas económicas y de fomento productivo en el Ministerio de economía; mejorar las políticas públicas de fomento a PYMEs a través de la operacionalización del diseño; vincular las políticas del Diseño y la realidad económica de los emprendedores desde diversos actores públicos y privados; y, por último, estandarizar los procedimientos de seguimiento constante para encontrar puntos de apoyo para la sinergia entre recursos e innovación a través de un asesor que guíe sus procesos.

REFERENCIAS

ARTÍCULO DE REVISTA EN PAPEL Y ELECTRÓNICA:

Aguilar, R. A., Espinosa, S. G., & García-Rojas, H. R. G. (2021). La trayectoria semántica de la sustentabilidad. *Sostenibilidad: económica, social y ambiental*, (3), 63-75.

Bedoya, J. P. (2020). Desarrollo sostenible para la educación en diseño. *Panorama*, 14(26), 14-32.

Palmarola Sagredo, H. (2001). Entrevista a Gui Bonsiepe. *ARQ* (Santiago), (49), 54-56. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962001004900029>

WEB:

Index, S. D. G. (2016). *Dashboards. A Global Report*.

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. (2019). *Cuentas públicas participativas* [Ebook]. <https://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/INFORME-FINAL-CUENTA-PUBLICA-MINISTERIO-DE-ECONOMIA.pdf>.

Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2019). *Índice de Prioridad Social*. [Ebook]. https://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/storage/docs/INDICE._DE_PRIORIDAD_SOCIAL_2019.pdf

Evolución de los Trabajos Finales de Grado en Ingeniería vinculados a Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

M.D.Reyes Tolosa, Andrea Querol Vives y Manuel Pérez Garnes

Grupo de Investigación en Ingeniería, Florida Universitària, 46470 Catarroja, Spain.

Abstract

In the engineering degrees there are numerous topics in which a student can develop their Final Degree Project. In this article, we intend to study the evolution in the percentages of Final Degree Projects linked to sustainable development objectives (SDG), presented in the Degrees of Mechanical Engineering and Industrial Electronic and Automatic Engineering, during the last 5 courses. Having carried out awareness-raising tasks in students, as well as expanding the offer in this area of the SDGs.

Keywords: FDP, SDG, Mechanical Engineering, Industrial Electronic and automatic Engineering.

Resumen

En los grados de ingeniería son numerosas las temáticas en las que un alumno puede desarrollar su Trabajo Final de Grado. En este artículo, se pretende estudiar como ha sido la evolución en los porcentajes de los Trabajos Finales de Grado vinculados a objetivos de desarrollo sostenible (ODS), presentados en los Grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, durante los últimos 5 cursos. Habiendo realizado labores de concienciación en el alumnado, así como ampliado la oferta, en el área de los ODS.

Palabras clave: TFG, ODS, Ingeniería mecánica, Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los Grados Universitarios enmarcados dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), y en concreto los Grados de Ingeniería, destinan entre 6 y 30 ECTS, a la realización de un trabajo final de grado (TFG) donde los alumnos deben poner de manifiesto los conocimientos y competencias adquiridas en los estudios realizados. El TFG se presenta como un espacio y un tiempo propicio para que el alumnado, al final de su proceso de formación, vuelque y demuestre su capacidad como profesional (I.Rekalde, 2011).

Normalmente los centros universitarios, así como los departamentos del mismo, ofertan posibles trabajos académicos relacionados con proyectos de investigación en los que el alumno puede desarrollar dicho trabajo final. También, puede darse el caso de que sean los alumnos los que pongan de manifiesto sus ideas y propongan al docente que consideran más afín a las mismas el tema de su trabajo final de grado. Y finalmente, los alumnos pueden

desarrollar su trabajo final de grado en una empresa en la que se encuentre realizando prácticas curriculares o extracurriculares.

Con la finalidad de que el alumno encuentre un valor añadido en el desarrollo de su TFG y no lo vea como un mero trámite, se pretende impulsar el conocimiento y desarrollo del aprendizaje de los estudiantes en el ámbito de la eficiencia energética y desarrollo sostenible. Impulsando e incrementando el número de Trabajos Finales de Grados que se realizan en este campo.

De esta forma, se introducen también en los estudiantes los conocimientos de los objetivos y desarrollo sostenible (ODS), aportando a los mismos unas competencias claramente demandadas en la industria en los últimos años.

METODOLOGÍA

En el centro de formación Florida Universitaria, centro adscrito a la Universitat Politècnica de Valencia, se imparten sendos Grados de Ingeniería, Grado de Ingeniería Mecánica Y Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

En ambos se tiene como objetivo el ofrecer y ofertar a los alumnos TFG vinculados a la innovación sostenible. De esta forma, los alumnos se enriquecen profesionalmente no solo con el desarrollo técnico propio del proyecto, sino también con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En la trayectoria de Florida Universitaria, los alumnos están acostumbrados a trabajar con este tipo de retos, por lo que les resulta más fácil llegar a sus propias ideas, ya que desde primero se enfrentan a la metodología de aprendizaje basada en retos o ABR (A.Ortega, 2021) realizando un proyecto integrado (Aznar et al. 2015). Siendo estos retos enmarcados también en los ODS, en la mayoría de los mismos.

Además, se organizan jornadas activas para el alumnado anualmente, impartidas por profesionales de diferentes sectores que trabajan en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible. Así, se realiza una labor de concienciación en los estudiantes y se les dan a conocer los ODS.

En este trabajo, se pretende evaluar el cambio de temáticas en los TFGs realizados en sendos Grados de Ingeniería en los últimos cinco años, analizando su evolución y temáticas.

1.1. Evolución de las temáticas de los TFG en el Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (GIEIA).

En el Grado de GIEIA los alumnos tienen cuatro principales ramas o especializaciones, en las cuales se han englobado los trabajos finales de grado que se han presentado en los últimos cinco cursos.

Estas áreas son:

- Automática: El alumno desarrolla competencias en el estudio y diseño de automatismos y su programación.
- Electrónica: Desarrollo de circuitos y elementos electrónicos, así como su aplicación.
- Electricidad: Desarrollo y diseño de circuitos eléctricos e instalaciones.

- ODS: Área que engloba a las tres anteriores, siempre y cuando su aplicación o proyecto se haya realizado bajo uno de los objetivos de desarrollo sostenible.

De este modo, la figura 1 muestra el porcentaje de trabajos finales de grado que ha habido en los últimos 5 cursos, para cada una de las áreas de conocimiento.

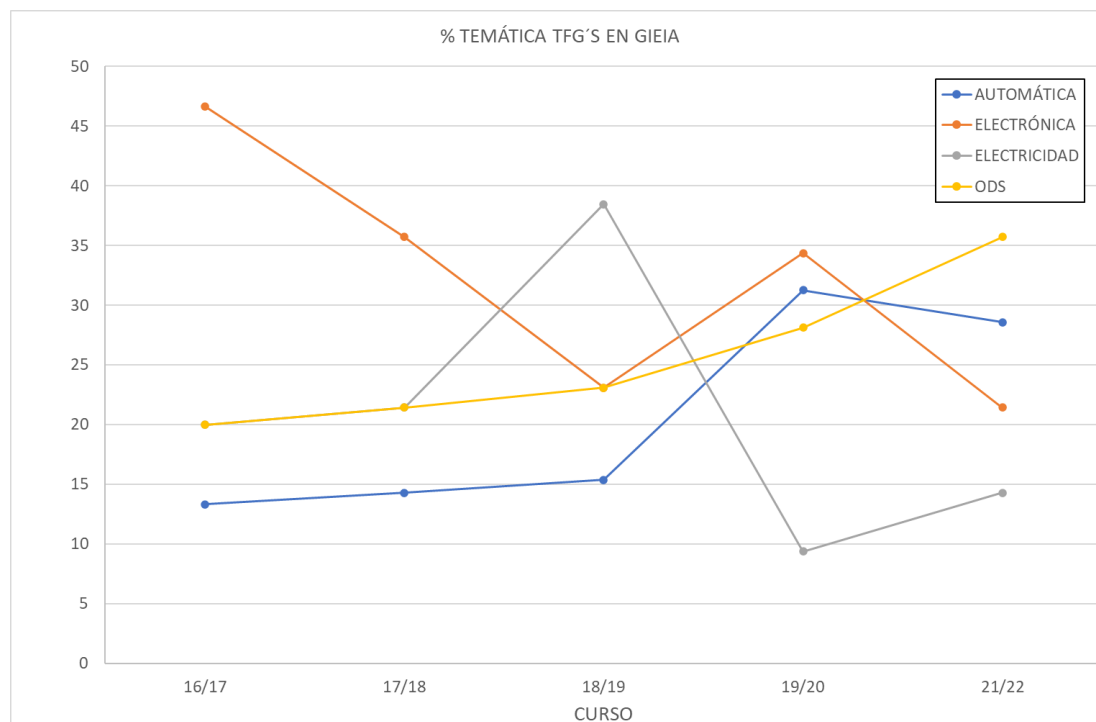


Fig. 1. Evolución por cursos del porcentaje de TFG vinculados a las diferentes áreas de conocimiento en GIEIA (elaboración propia).

Como puede verse en la figura 1, tanto la temática de “AUTOMÁTICA” y “ODS” son la que han mantenido un crecimiento en los últimos cinco años. Sin embargo, cabe destacar, que dentro del área ODS, se enmarcan numerosos proyectos de mejora de instalaciones eléctricas destinadas a mejorar la eficiencia energética o diseño de nuevas instalaciones de energías renovables.

Así se pretende evaluar, el cambio realizado en sendos Grados de Ingeniería en los últimos cinco años, analizando la evolución de los TFG’s y sus temáticas para cada uno de los Grados.

1.2. Evolución de las temáticas de los TFG en el Grado de Ingeniería Mecánica (GIM)

En el Grado de GIM los alumnos pueden desarrollar trabajos finales de grado muy diversos dentro todos ellos de su área de conocimiento y competencias generales y específicas adquiridas durante sus estudios de Grado. En este trabajo, se han distinguido las siguiente 4 temáticas principales:

- Electromecánica: El alumno desarrolla competencias en el estudio, diseño, e instalación de sistemas mecánicos que precisan de electricidad, desarrollando ambos sistemas en su conjunto.

- Instalaciones y Mantenimiento Industrial: Diseño, optimización y mejora de instalaciones, así como desarrollo del plan de mantenimiento de las mismas para su correcto funcionamiento.
- Diseño mecánico y estructuras: Diseño, análisis y selección de los materiales de diferentes piezas mecánicas y/o mecanismos, así como el desarrollo de estructuras industriales.
- ODS: Área que engloba a las tres anteriores, siempre y cuando su aplicación o proyecto se haya realizado bajo uno de los objetivos de desarrollo sostenible.

De este modo, la figura 2 muestra el porcentaje de trabajos finales de grado que ha habido en los últimos 5 cursos, para cada una de las áreas de conocimiento.

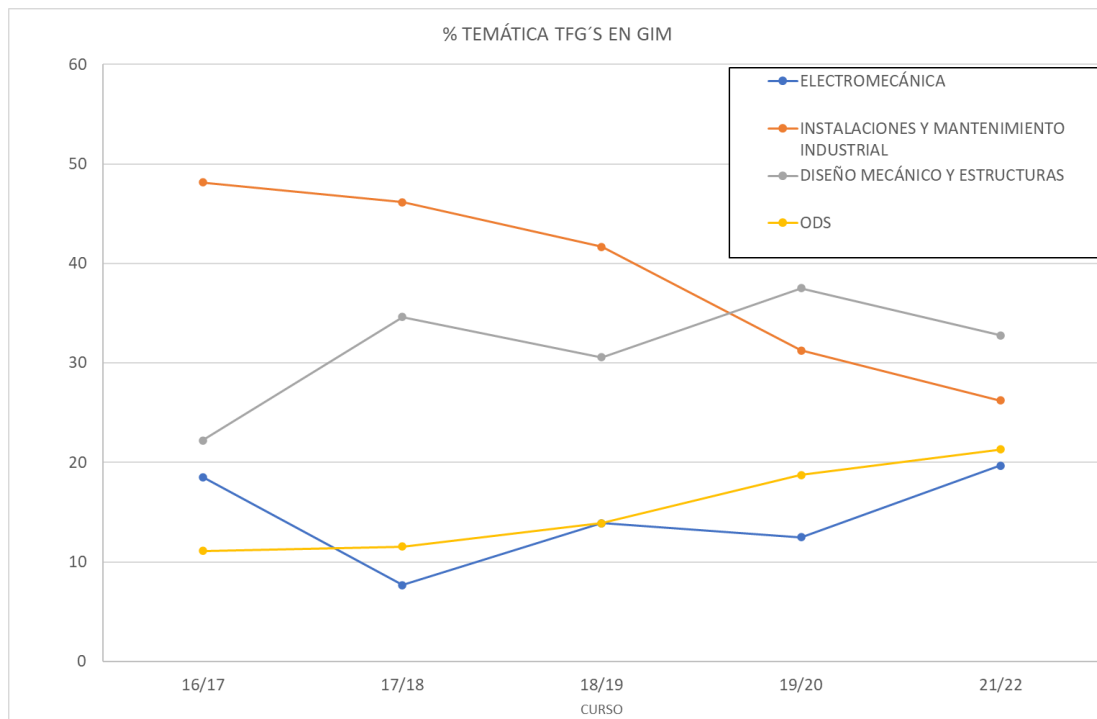


Fig.2. Evolución por cursos del porcentaje de TFG vinculados a las diferentes áreas de conocimiento en GIM (elaboración propia).

Tal y como se ve en la figura 2, los Trabajos finales de Grado vinculados a “ODS” y a “DISEÑO MECÁNICO Y ESTRUCTURAS” han crecido en los últimos años. Sin embargo, aquellos que se enmarcan dentro del área de “ELECTROMECÁNICA” se han mantenido con una participación similar en los últimos cursos, y los que corresponden a “INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL” parece que han resultado menos atractivos al alumnado. Pero cabe destacar que, en el área de ODS, donde claramente crece el número de trabajos presentados, Existen números proyectos donde se realizan mejoras en instalaciones industriales, así como en sus procesos de fabricación, haciendo a los mismos más sostenibles.

RESULTADOS

El objetivo del trabajo es ver la evolución de los Trabajos Finales de Grado en dos ingenierías cursadas en Florida Universitaria, Grado en Ingeniería Mecánica y Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, en la temática de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Se muestra en la figura 3 cual ha sido esta evolución, para ambos grados.

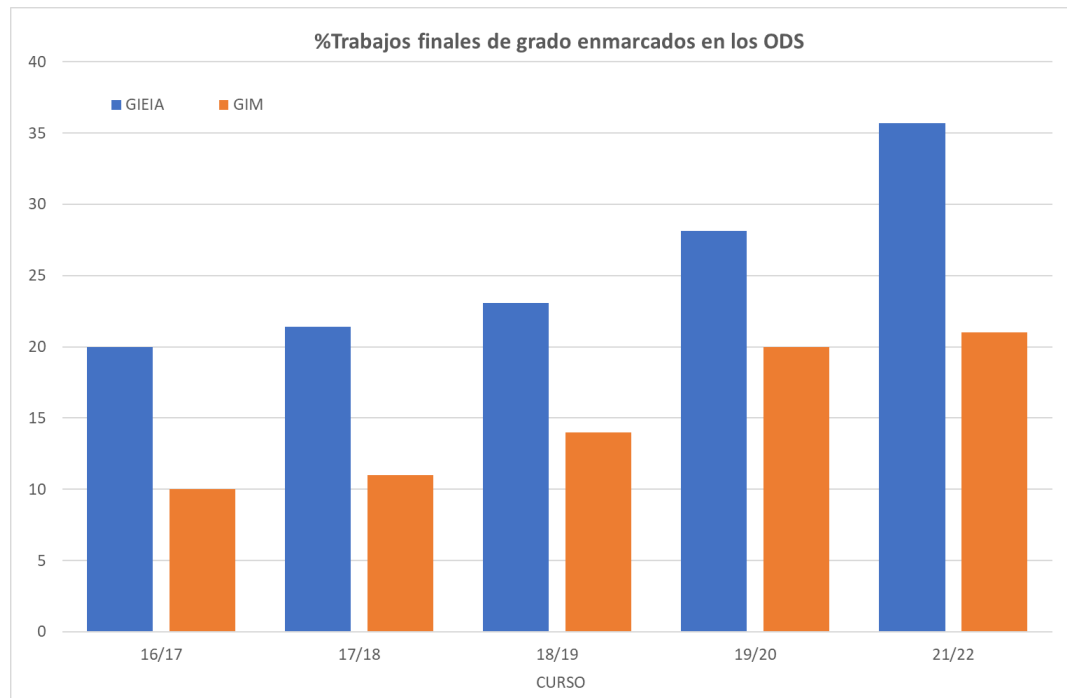


Fig.3. Evolución por cursos del porcentaje de TFG vinculados a ODS en los dos grados de Ingeniería (GIM, GIEIA) (elaboración propia).

En ambos grados los Trabajos Finales de Grado en los cuales se realizan estudios dentro de los ODS han crecido en los últimos 5 años. Este hecho se debe principalmente a dos razones:

- Incremento de los proyectos ofertados por los profesores en esta área.
- Aumento de la concienciación del alumnado con los objetivos de desarrollo sostenible.

CONCLUSIONES

De los 17 objetivos de desarrollo sostenible un ingeniero podría contribuir a la mayoría de ellos. Si se tiene en cuenta, que se trata de estudiantes que van a terminar sus grados técnicos, son 2 los objetivos con los que se pueden sentir más familiarizados:

- 7: Energía asequible y no contaminante
- 9: Agua, industria, innovación e infraestructura

De entre estos dos, el objetivo 7 es más alcanzable para los estudiantes de GIEIA, ya que pueden implementar en él, el estudio y diseño de nuevas redes de electricidad, en los que se empleen fuentes renovables. Es por ello por lo que el número de trabajos realizados no es el

mismo en sendos Grados, siendo claramente superior en el Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, cuyas competencias generales y específicas a desarrollar en la titulación son más cercanas a este objetivo número 7. Además, como se vio en la figura 1, para este grado el porcentaje de proyectos que se dedicaban al estudio de “instalaciones eléctricas” descendían, y su justificación radicaba en que eran numerosos los TFG en ODS que desarrollaban el diseño de nuevas instalaciones eléctricas de renovables.

Finalmente se puede concluir, que cada vez hay un mayor número de alumnos que quieren involucrarse y desarrollar su trabajo final de grado en uno de los objetivos de desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

Aznar, M., Zacarés, J., López, J., Sánchez, R., Pastor, J.M., Llorca, J. (2015). Interdisciplinary robotics project for first-year engineering degree students. *Journal of Technology and Science Education*, 5 (10).

A.Ortega, M.D.Reyes (2021). Desarrollo de proyectos de movilidad, sostenibilidad y medio ambientales bajo metodología ABR. *XXVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las enseñanzas técnicas. CUIEET 2021* Almadén.

Itziar Rekalde Rodríguez (2011). ¿Cómo afrontar el trabajo fin de grado? Un problema o una oportunidad para culminar con el desarrollo de las competencias. *Revista complutense de educación*. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2011.v22.n2.38488

La Importancia de la Sostenibilidad en la Enseñanza de los Transformadores de Distribución

Elisa Peñalvo López^a, Vicente León Martínez^a, Joaquín Montañana Romeu^a e Iván Valencia Salazar^a

elpealpe@upvnet.upv.es Universitat Politècnica de València. Camino de Vera 14, 46022 – Valencia (España).

Abstract

The concept of sustainability in electrical transformers is associated with the amount of greenhouse gas emissions caused by their power consumptions. In the teaching of transformers, greater importance has traditionally been given to the functional aspect than to the environmental one. This article aims to show the importance of sustainability as a relevant concept to incorporate in the study of distribution transformers.

Keywords: Transformation houses, distribution transformers, energy losses, sustainability.

Resumen

El concepto de sostenibilidad en los transformadores eléctricos está asociado a la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero causados por sus consumos energéticos. En la enseñanza de los transformadores, se ha dado tradicionalmente mayor importancia al aspecto funcional que al medioambiental. Este artículo pretende mostrar la importancia de la sostenibilidad como concepto relevante a incorporar en el estudio de los transformadores de distribución.

Palabras clave: Centros de transformación, transformadores de distribución, pérdidas energéticas, sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los transformadores eléctricos son dispositivos fundamentales en la transmisión y distribución de la energía eléctrica, que están presentes en cualquier actividad industrial, comercial y doméstica. En su funcionamiento, estas máquinas tienen consumos energéticos (pérdidas en el núcleo y pérdidas en las bobinas) y, por tanto, dan lugar a emisiones de carbono a la atmósfera. Estos dos parámetros (pérdidas/emisiones) determinan la sostenibilidad energética y medioambiental de estas máquinas. Por esta razón, desde principios del presente siglo se ha impulsado el desarrollo de transformadores eficientes, como paso necesario para estimular la economía circular y garantizar la sostenibilidad energética (véanse las referencias).

Los transformadores eficientes presentan las siguientes ventajas frente a los tradicionales:

- a) menores pérdidas debidas a la carga (en el cobre), dado que sus bobinas son de material conductor de elevada conductividad y, por tanto, con resistencia de cortocircuito (r_{cc}) pequeña, y
- b) pérdidas en vacío mucho más reducidas, al disponer de núcleos de material magnético de gran calidad, con lazos de histéresis muy estrechos.

El principal objetivo de este artículo ha sido fomentar entre los docentes la incorporación del concepto de sostenibilidad en la enseñanza de los transformadores eléctricos, en general, y de los transformadores de distribución existentes en los centros de transformación, en particular, utilizándose, para ello, la magnitud de los ahorros energéticos y en emisiones que se derivan de la sustitución de transformadores ineficientes por otros más eficientes, en un caso de aplicación real. En el caso de estudio, realizado por los autores del artículo por encargo del gestor de una red de distribución, se determinan los consumos energéticos y las emisiones de CO₂ de un transformador ineficiente de 1600 kVA y 24 años de antigüedad, de uno de los centros de transformación de la red de distribución de 20 kV, que suministra energía a las empresas de un área industrial cercana a la ciudad de Valencia. Los valores indicados en los siguientes apartados se corresponden a medidas efectuadas sobre este transformador.

PÉRDIDAS ENERGÉTICAS EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En la enseñanza de los transformadores eléctricos se consideran dos tipos de pérdidas energéticas: las originadas en el núcleo (P_0) y las causadas por la circulación de corrientes en los devanados o pérdidas debidas a la carga (P_{cc}). Las pérdidas en el núcleo son proporcionales al cuadrado de la tensión aplicada al primario del transformador. Las pérdidas debidas a la carga varían con el cuadrado de los valores eficaces de las corrientes (I_z) que circulan por las bobinas del secundario del transformador, según la expresión:

$$P_{cc} = r_{cc} \cdot \sum_{z=A,B,C} I_z^2 \quad (1)$$

donde r_{cc} es la resistencia de cortocircuito del transformador vista desde el secundario, obtenida tal como se indica en la norma IEC 60076-1.

Las pérdidas totales en el transformador se obtienen como suma de los dos tipos anteriores de pérdidas. Las consecuencias sobre el medio ambiente de estas pérdidas son las emisiones de dióxido de carbono, entre otros gases, cuyo valor se deduce, en cada país, utilizando los factores de emisión, que proporcionan las agencias gubernamentales y los operadores de red. El factor de emisión en España es de 0.241 kg CO₂/kWh, según fuentes del operador eléctrico Red Eléctrica Española. Las diferencias entre los valores del factor de emisión resultan de los distintos mix energéticos, para cada país y año.

CASO DE APLICACIÓN Y RESULTADOS

El gestor de la red eléctrica de un polígono industrial, de una población cercana a Valencia, nos solicitó evaluar el impacto que, sobre la sostenibilidad energética y medioambiental,

causan las pérdidas energéticas de los transformadores de sus centros de transformación. Para cumplimentar este encargo, se efectuó una campaña de medidas entre los meses de octubre y diciembre del año 2020, utilizando el analizador de redes Fluke 435 Series II.

El estudio que se describe en este apartado está centrado en uno de los centros de transformación analizados de la red de distribución del polígono industrial y su sustitución por otro eficiente. El transformador existente en dicho centro era del fabricante ORMAZABAL, de 1600 kVA, y características nominales indicadas en la Tabla 1. Este transformador estaba conectado a la red eléctrica de media tensión de 20 kV. Asimismo, en la Tabla 1 se indican las características nominales de transformadores eficientes de sustitución, establecidos por la Comisión Regulation Nº 548/2014 de la Unión Europea, utilizados en el estudio.

Tabla 1. Características nominales de transformadores de distribución de 24 kV. (1) Ormazabal, ineficiente. (2) Transformadores eficientes, según Commission Regulation (EU) No 548/2014.

Potencia nominal (kVA)	Pérdidas debidas a la carga (W)	Pérdidas en vacío (W)	Resistencia de cortocircuito (Ω)
1600 ⁽¹⁾	17000	2600	0,011708
1600 ⁽²⁾	12000	1080	0,000826447
1000 ⁽²⁾	7600	693	0,00134064

La Tabla 2 muestra los consumos energéticos medidos en el transformador Ormazabal y calculados en los transformadores eficientes de sustitución tras la campaña de medidas.

Tabla 2. Energías perdidas anualmente, en carga ($W_c^{(1)}$, $W_c^{(2)}$) y totales: (1) transformador Ormazabal y (2) utilizando transformadores eficientes.

Transformador	ENERGÍA PERDIDA EN CARGA (kWh/año)		ENERGÍA PERDIDA TOTAL (kWh/año)		
	Días Laborables (251)	Días Festivos (114)	Días Laborables (251)	Días Festivos (114)	Total (365)
1600 kVA ⁽¹⁾	3824,84	61,31	19487,24	7174,91	26662,15
1600 kVA ⁽²⁾	2699,89	43,28	9205,81	2998,16	12203,96
1000 kVA ⁽²⁾	4379,68	70,20	8554,32	1966,25	10520,57

Los valores de las emisiones de dióxido de carbono (Tabla 3) se han determinado multiplicando las energías totales perdidas, para cada transformador, indicados en la Tabla 2, por el factor de emisiones en España, 0,241 kg CO₂/kWh.

Tabla 3. Emisiones de CO2 anuales, en kg/año con: (1) transformador Ormazabal; (2) transformadores eficientes.

Transformador	Laborables (251)	Festivos (114)	Total (365)
1600 kVA (1)	4696,42	1729,15	6425,57
1600 kVA (2)	2218,60	722,56	2941,16
1000 kVA (2)	2061,59	473,87	2535,46

Observando las pérdidas energéticas totales, indicadas en la Tabla 2, y las emisiones de dióxido de carbono, en la Tabla 3, se deduce que el transformador de sustitución más adecuado al actual de 1600 kVA debe ser un transformador eficiente de potencia nominal 1000 kVA.

CONCLUSIONES

Atendiendo a lo indicado en el anterior apartado, se deduce que la sustitución de los actuales transformadores de distribución ineficientes por otros eficientes, mejora considerablemente la sostenibilidad de los centros de transformación. En el caso de estudio, se obtienen ahorros anuales de energía de 16141,58 kWh y reducciones en emisiones de dióxido de carbono de 3890,11 kg/año, tras la sustitución del transformador Ormazabal de 1600 kVA por uno eficiente de sólo 1000 kVA. La importancia de estos ahorros justifica, en nuestra opinión, la inclusión de la sostenibilidad en la enseñanza de los transformadores eléctricos.

REFERENCIAS

PUBLICACIONES:

U4E. Accelerating the Global Adoption of Energy-Efficient Transformers. UN Environment. Economy Division. Energy & Climate Branch. 1 Rue Miollis, Building VII. 75015, Paris (France). united4efficiency.org. 2017.

WEB:

ABB. Energy efficient transformers: European Minimum Energy Performance Regulation (MEPS). Disponible en www.abb.com/transformers.

HPS – Hammond Power Solutions Inc. Energy Efficient Distribution Transformers. Disponible en www.hammondpowersolutions.com.

Leonardo Program. Energy efficient distribution transformers. 2017. Disponible en <https://leonardo-energy.pl/wp-content/uploads/2017/08/Energy-efficient-distribution-transformers.pdf>

Red Eléctrica de España. Informe de Sostenibilidad 2020. Abril 21, 2021. Disponible en <https://www.ree.es/es/publicaciones/informe-sostenibilidad-2020>

NORMATIVA:

Commission Regulation (EU) No 548/2014 of 21 May 2014 on implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to small, medium and large power transformers.

El portafolio como herramienta para la integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en asignaturas del Área de Máquinas y Motores Térmicos

Pedro Piqueras^a, Joaquín de la Morena^b, Pau Bares^c y Enrique José Sanchis^d

Universitat Politècnica de València, Departamento de Máquinas y Motores Térmicos.

^apedpicab@mot.upv.es, ^bjoadela@mot.upv.es, ^cpabamo@mot.upv.es y ^densanpac@mot.upv.es.

Abstract

This work shows the results obtained from applying the portfolio tool in subjects belonging to the Thermal Machines and Engines Area taught in the Aerospace Engineering Degree at the UPV. It is intended to improve the results in Case Study activities carried out in each subject and related to each other to make students aware of the UN Sustainable Development Goals related to aeronautical propulsion.

Keywords: ODS, Portfolio, Case Study, Engineering, Jet Engines.

Resumen

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos de aplicar la herramienta del portafolio en asignaturas del Área de Máquinas y Motores Térmicos del Grado en Ingeniería Aeroespacial de la UPV. Se pretende mejorar los resultados en actividades de Estudio de Caso realizadas en cada asignatura, relacionadas entre sí, dando a conocer al alumnado los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU relacionados con la propulsión aeronáutica.

Palabras clave: ODS, Portafolio, Estudio de Caso, Motores a Reacción, Ingeniería.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas se ha evidenciado la necesidad de incorporar metodologías docentes activas para mejorar el grado de implicación del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje y, por tanto, su propia eficiencia. Se ha pasado de un concepto de enseñanza centrado en la transmisión de conocimientos por parte del docente a un enfoque en el que el alumno se convierte en el actor principal (Adorjan, 2013). Entre las herramientas utilizadas para tal fin está la del portafolio del estudiante (Balart, 2015). Esta herramienta se ha demostrado particularmente útil a la hora de mejorar la motivación, alcanzándose niveles superiores de aprendizaje (Quintana, 2014) **Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Además, experiencias previas han mostrado que el portafolio puede resultar un buen complemento de metodologías de aprendizaje basados en el empleo de nuevas tecnologías (Poza-Luján, 2015).

Por otra parte, la sociedad demanda que el estudiantado adquiera conocimientos técnicos, con la misma profundidad que en épocas precedentes, apoyados sobre una serie de

competencias transversales (CT) útiles para su posterior desempeño profesional. Habilidades como la capacidad de trabajo en grupo, de comunicarse de forma eficiente a nivel escrito y oral o la gestión del tiempo suelen encontrarse entre las más demandadas por las empresas. Por este motivo, la Universitat Politècnica de València puso en marcha un proyecto institucional enfocado al desarrollo de estas competencias en sus titulaciones (UPV, 2022).

En el caso de la asignatura *Propulsión*, obligatoria de tercer curso del Grado en Ingeniería Aeroespacial (GIA) y núcleo de la innovación analizada en este trabajo, desde hace varios años se vienen abordando ambos aspectos siguiendo una estrategia basada en el empleo de Estudios de Caso (Palau, 2016). Por un lado, dicha metodología ofrece la posibilidad de abordar un problema real integrando el diseño de aerorreactores con los conceptos básicos desarrollados en clases magistrales. Por otro lado, el Estudio de Caso se realiza de forma grupal, siendo la actividad vehicular para el desarrollo y evaluación de la *CT06 – Trabajo en equipo y liderazgo*, de la que la asignatura es punto de control en la titulación.

No obstante, en los últimos años se han encontrado ciertas problemáticas. Por una parte, el número de estudiantes que cursan la asignatura ha aumentado de manera progresiva, lo que ha dificultado el seguimiento pormenorizado de la actividad de cada grupo, y en especial, del trabajo individual de cada integrante. Además, *Propulsión* es la base para asignaturas cursadas posteriormente (mención de Aeromotores o Máster), por lo que trabajar el interés por esta área ayuda a mejorar la motivación futura del alumnado. En un contexto con connotaciones negativas hacia los motores térmicos debido al cuestionamiento social sobre su impacto medioambiental, fomentar la discusión crítica sobre la dificultad del problema se convierte, además de en un aspecto fundamental para su formación, en una oportunidad para el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, cabe reconocer que, si bien existe una relación directa entre el estudio de caso planteado en *Propulsión* y contenidos de asignaturas sucesivas en torno al problema del impacto ambiental, esta relación no era explícita. De algún modo, se perdía la opción de discutir y razonar sobre la problemática en su generalidad, más allá de los contenidos académicos propios de cada asignatura, cuando en realidad eran de aplicación directa al problema social planteado. Por tanto, se desaprovechaba parte del potencial del método empleado desde el punto de vista de mejora de la motivación y formación del alumno.

OBJETIVOS

El objetivo principal de la innovación es fomentar y mejorar la coordinación vertical de una serie de asignaturas del área de Máquinas y Motores Térmicos del Grado en Ingeniería Aeroespacial. Esta mejora se vertebrará a través de su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 7 (Energía sostenible y no contaminante) y 13 (Acción por el Clima) de las Naciones Unidas, así como el programa de investigación Clean Sky impulsado por la Unión Europea: Se ha utilizado la herramienta del portafolio como elemento de coordinación y seguimiento de la actividad del alumnado. En este sentido se definen dos subobjetivos. Por un lado, el rediseño del Estudio del Caso de la asignatura *Propulsión*, incorporando el portafolio del estudiante como una estrategia de seguimiento de su actividad. Por otro lado, la integración de los ODS 7 y 13, centrada en la discusión sobre la reducción de emisiones contaminantes en transporte aéreo, utilizando el propio portafolio en el transcurso de las distintas asignaturas.

METODOLOGÍA

El portafolio propuesto se estructura en tres fases a lo largo de tres asignaturas consecutivas del plan de estudios. La primera fase corresponde a *Propulsión* (3Bº GIA), mientras que la segunda y tercera fase se desarrollan en la mención de Aeromotores, en particular en las asignaturas *Combustión* (4Aº GIA) y *Aerorreactores y Aeroacústica* (4Bº GIA).

En cada asignatura se ha propuesto un trabajo a realizar en grupo. Debido al diferente número de estudiantes de las asignaturas involucradas (en torno a 130 en *Propulsión* y 30 en las asignaturas posteriores) se ha adaptado el tamaño medio, siendo de 5 y 3 miembros respectivamente. Se ha implementado una metodología tipo Puzzle de Aronson (Ahís, 2020), en la que se definen roles relacionados con aspectos concretos de la ejecución de cada trabajo. De este modo, cada estudiante se ha responsabilizado de tareas concretas ante el resto de sus colaboradores, limitando en lo posible situaciones donde la carga de trabajo pudiera estar claramente desnivelada dentro del grupo. Además, se han realizado reuniones grupales entre el profesorado y los responsables de cada rol durante la ejecución de los trabajos. En ellas, el profesorado ha definido una guía común, que debía ser posteriormente transmitida por el responsable al resto de componentes del grupo. Además, se ha dado un espacio para la discusión común entre responsables de cada hito con distintos enfoques. La primera fase de la metodología se basa en el análisis termodinámico de los aerorreactores (Piqueras, 2021), centrada en la relación entre sus parámetros de diseño y las emisiones de CO₂ resultantes. Se pretende así que el estudiante comprenda las estrategias utilizadas para alcanzar la meta 7.3 de los ODS (*de aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética*) en el ámbito aeronáutico. El trabajo se divide en tres partes: una revisión sobre la evolución del diseño de los motores turbofán, un análisis del impacto de las condiciones de vuelo en un motor turbojet, y una síntesis que relaciona ambos estudios.

En lo que se refiere a la organización del trabajo, se han propuesto los siguientes roles:

- Coordinador del trabajo. Será el responsable de la gestión y coordinación general del grupo, promoviendo un cronograma inicial y reuniones de seguimiento intermedias.
- Coordinador de la base de datos. Será el responsable de coordinar la búsqueda de información sobre los parámetros de diseño y prestaciones de motores turbofán.
- Coordinador del análisis de ciclo. Será el encargado de coordinar las simulaciones del ciclo termodinámico del motor turbojet, realizadas con el programa GasTurb.
- Coordinador de conservación de datos y graficado. Será el responsable de gestionar los datos del estudio bibliográfico y de las simulaciones, así como el material gráfico.
- Coordinador de informe de resultados. Se asegurará de que la entregar, que incluye una presentación con las conclusiones técnicas, un informe de gestión y la base de datos, sean coherentes en estructura y respondan a los objetivos del caso.

Considerando que la asignatura *Propulsión* es punto de control de la CT06 – *Trabajo en equipo y liderazgo*, en el curso 2020/21 se decidió que la formación de los grupos fuera realizada por el profesorado. Se buscaba así promover que el alumnado aprendiera a colaborar con compañeros y compañeras menos habituales, además de homogeneizar su composición según criterios como la procedencia académica (otros grados, cursos puente, Erasmus, etc.). Posteriormente, el grupo se encargaría repartir los roles según la descripción previa.

Las fases II y III del trabajo profundizan en la relación existente entre aspectos tecnológicos del motor y el control de su impacto ambiental. En este caso se consideran, además del CO₂, otras emisiones gaseosas como óxidos de nitrógeno (NOx) o partículas carbonosas, junto a la contaminación acústica, de particular relevancia en aplicaciones aeronáuticas. Por la diferente naturaleza de las asignaturas implicadas (*Combustión y Aerorreactores y Aeroacústica*), la fase II se centra en la influencia del diseño y gestión de la cámara de combustión, mientras que la fase III analiza la problemática de forma más global. Para cubrir con cierta profundidad aspectos tecnológicos se propone que cada grupo aborde una temática específica, si bien las conclusiones de cada trabajo se exponen a todo el alumnado en sesión pública. Los temas son propuestos inicialmente por el profesorado, estando relacionados con las metas 7.2 (*de aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas*), 7.a (*de aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias*) y 13.2 (*incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales*). No obstante, se deja abierta la posibilidad de proponer temáticas alternativas, respetando el ámbito del impacto ambiental, así como de decidir si se aborda cada tema de forma general o centrándose en aspectos tecnológicos concretos. Además, en la fase III se pide incluir una reflexión final sobre el impacto ambiental de los aerorreactores, así como sobre la metodología empleada en el conjunto de las tres asignaturas.

La Tabla 1 reporta las temáticas y roles propuestos en ambas fases, así como las metas específicas de los ODS 7 y 13 con que se relacionan las temáticas propuestas.

Tabla 1. Detalles de las fases II y III del portafolio

	Fase II: Combustión	Fase III: Aerorreactores y Aeroacústica
Temáticas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Biocombustibles (7.2, 7.a)</i> • <i>Hidrógeno (7.2, 7.a)</i> • <i>Otros combustibles alternativos (7.2, 7.a)</i> • <i>Oxicombustión (7.a, 13.2)</i> • <i>Combustión premezclada (7.a)</i> • <i>Combustión diluida(7.a)</i> • <i>Sistemas de encendido (7.a)</i> • <i>Atomizadores (7.a)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ruido en turbofan y turbojet (7.a)</i> • <i>Ruido en turbohélices y open rotor (7.a)</i> • <i>Técnicas de reducción de ruido (7.a)</i> • <i>Técnicas de medida de ruido (7.a)</i> • <i>Normativa de emisiones (7.a)</i> • <i>Emisiones contaminantes (7.a)</i> • <i>Emisiones GHG (13.2)</i> • <i>Electrificación de aeronaves (7.3, 13.2)</i>
Roles	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Coordinador de revisión bibliográfica</i> • <i>Coordinador de análisis tecnológico</i> • <i>Coordinador de presentación y aspectos formales</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Coordinador de contenidos</i> • <i>Coordinador de redacción de contenidos</i> • <i>Coordinador de presentación y aspectos formales</i>

RESULTADOS

A continuación, se describen algunos de los resultados alcanzados tras el primer año de aplicación de la metodología (curso 2020/21), centrándose, por tanto, en la primera fase del portafolio. En consecuencia, las conclusiones deben considerarse aún de carácter parcial, alcanzándose una visión más completa una vez finalice el actual curso (2021/22).

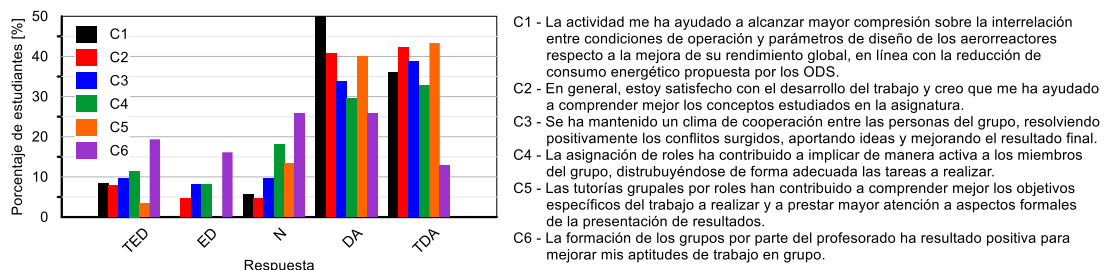
La impresión general del profesorado involucrado es que la metodología está funcionando de forma satisfactoria. La principal ventaja observada es la mayor implicación del alumnado. En cursos previos muchos de los grupos realizaban una gran parte del trabajo en fechas muy próximas a su entrega, por lo que la profundidad del análisis era limitada. En cambio, la definición de los roles e hitos intermedios, así como la realización de las tutorías grupales por roles, han hecho que el trabajo se aborde actualmente con al menos un mes de antelación.

Aunque la muestra se reduce a un curso académico, se ha evidenciado un aumento de la nota del trabajo a 7.28, desde un promedio de 7.01 en los años anteriores (Tabla 2). Esto supone un aumento medio del 3.85%. Más significativa es la desaparición de grupos que no han alcanzado el aprobado, por primera vez desde que se imparte la asignatura. En contrapartida, se ha identificado que, también por primera vez, no aparecieron trabajos excelentes (con nota igual o superior a 9). El análisis preliminar del profesorado, refrendado por conversaciones con los estudiantes, parece indicar una relación con el cambio en la composición de los grupos. Al impartirse la asignatura en tercer curso, la formación de los grupos por parte del alumnado permitía aprovechar en ciertos casos dinámicas positivas de trabajo previamente construidas, aunque también promovía que se formaran grupos de estudiantes con dinámicas negativas. En el curso actual se ha propuesto volver a dejar la formación de los grupos en manos del alumnado, con el fin de identificar de forma más robusta el efecto individual de la implementación de la metodología.

Tabla 2. Resultados académicos del Estudio de Caso la Fase I.

	Últimos 4 cursos	Curso 2020/21
Nota media trabajo	7.01±0.81	7.28±0.66
% suspensos (<5)	7.42±1.2	0
% aprobados (5-6.9)	43.9±4.5	42.06
% notables (7-8.9)	41.2±5.6	57.94
% sobresalientes (>9)	7.49±2.5	0

La Figura 1 muestra los resultados de una encuesta de satisfacción realizada de forma anónima al alumnado tras la finalización de la metodología. Se plantearon 6 cuestiones que cubrían tanto el aprendizaje a nivel técnico como aspectos de organización, valoradas en 5 niveles desde “Totalmente en desacuerdo (TED)” a “Totalmente de acuerdo (TDA)”. Se puede observar que la opción “TDA” es siempre la mayoritaria, lo que evidencia que en general el estudiantado valoró de forma positiva la metodología utilizada. No obstante, la cuestión 6, centrada en la valoración de la formación de los grupos, muestra la mayor dispersión, lo que ha refrendado la decisión de dejar de nuevo la formación de grupos en manos del alumnado y evaluar la metodología sin la influencia de este aspecto.



El otro aspecto nuclear durante el curso actual es dotar de continuidad a la metodología en torno a los ODS. Si bien la vinculación entre el trabajo desarrollado y los ODS se subrayado reiteradamente a lo largo de la asignatura de *Propulsión*, se ha evidenciado que menos de un 20% de los grupos ha establecido dicho vínculo en las conclusiones del estudio. Para corregir esto, se han diseñado nuevas actividades encaminadas a evidenciar la relación del trabajo con la meta 7.3 de los ODS en el curso 2021/22. Por otra parte, se espera que, tras afrontar las fases 2 y 3, el alumnado tenga una mayor visión de conjunto sobre la problemática, y esto sirva para cohesionar y dar sentido a los resultados alcanzados en el curso recién terminado. A este respecto, los resultados estarán disponibles al finalizar el presente curso académico.

CONCLUSIONES

El presente trabajo describe una metodología basada en la implementación del portafolio del estudiante como herramienta de coordinación de diversos estudios centrados en el impacto ambiental de los aerorreactores, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Dichos estudios se desarrollan en tres asignaturas consecutivas del área de Máquinas y Motores Térmicos del Grado en Ingeniería Aeroespacial. Los resultados del primer año de implementación de la metodología evidencian una mayor implicación del alumnado, resultando en una mejor planificación de los trabajos y un aumento de la nota media del mismo respecto a años anteriores. Además, se ha realizado una encuesta de satisfacción del alumnado, con resultados positivos. Finalmente, se han evidenciado dos puntos de posible mejora de la actividad, uno respecto a la composición de los grupos de trabajo y otro relativo a la capacidad de los estudiantes para relacionar el mismo con los ODS, que se están abordando específicamente en el curso actual.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Universitat Politècnica de València a través del proyecto PIME 20-21/204.

REFERENCIAS

- Adorjan, A., Friss de Kereki, I. (2013). Design of activities for CS1: A competences oriented approach (unpacking the Informed Design Teaching and Learning Matrix). *Computing Conference (CLEI) 2013 XXXIX Latin American*.
- Ahís, M., Proyecto reflexivo de co-evaluación y auto-evaluación formativa utilizando la técnica del Puzzle de Aronson dentro del Aprendizaje Cooperativo. *Congreso In-Red 2020*, Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2020.2020.11984>
- Balart, C., Cortés, S. (2015). El uso del portafolio digital como estrategia para evaluar competencias de aprendizaje en el contexto de la formación inicial docente. *Contextos* 34, 111-123.
- Palau, C.V., Arviza, J., Balbastre, I. (2016). Método del caso aplicado a la asignatura de Ingeniería del Riego del grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural. *Congreso In-Red 2016*, Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2016.2016.4293>
- Piqueras, P., de la Morena, J., Bares, P., Sanchis, E.J. (2021). Case study-based learning using a computational tool to improve the understanding of the jet engine cycle for aerospace engineering degree students. *Computer Applications in Engineering Education* 29(6), 1857-1870. <https://doi.org/10.1002/cae.22427>
- Poza-Luján, J.L., Cabrera, M., Rebollo, M., Calduch, A., Díez-Somavilla, R., Lloret, N., Despuiol, I., Alborsi, A., Teruel, L. Experiencia en el uso del portafolio por medio de las redes sociales. *Congreso In-Red 2015*, Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2015.2015.1572>
- Quintana, M.G.B., Sáez, J.L.C., Fernández, M.A.P. (2014). Use of PLE-portfolio to assess the competency-based learning through web 2.0 in technical engineering education. *International Journal of Engineering Education* 30(3), 675-682.
- Universitat Politècnica de València (UPV). Conoce el proyecto de las competencias transversales UPV. <http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/info/955709normalc.html> [Consulta: 8 de mayo de 2022].

Vehículo Experimental Eléctrico en la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén

^aÁngeles Carrasco García, ^bJosé Tejero Manzanares, ^cJulio Alberto López Gómez, ^dXiaoxin Zhang, ^eRaquel Jurado Merchán, ^fElena Beamud González, ^gJosé Manuel de la Cruz Gómez, ^hEduardo Palomares Novalbos y ⁱFrancisco Mata Cabrera

^a(Universidad de Castilla-La Mancha, angeles.carrasco@uclm.es), ^b(Universidad de Castilla-La Mancha, jose.tejero@uclm.es), ^c(Universidad de Castilla-La Mancha, julioalberto.lopez@uclm.es), ^d(Universidad de Castilla-La Mancha, xiaoxin.zhang@uclm.es), ^e(Universidad de Castilla-La Mancha, raquel.jurado@uclm.es) ^f(Universidad de Castilla-La Mancha, elenamaria.beamud@uclm.es), ^g(Universidad de Castilla-La Mancha, josemanuel.cruz@uclm.es), ^h(Universidad de Castilla-La Mancha, eduardo.palomares@uclm.es), ⁱ(Universidad de Castilla-La Mancha, francisco.mcabrera@uclm.es).

Abstract

The Almadén School of Mining and Industrial Engineering has been working on Energy Efficiency and Photovoltaic Solar Energy for some time now. We have participated in several Teaching Innovation Projects related to electric vehicles. In the academic year 2021/22, the prototypes have been improved from the mechanical, electrical and control point of view.

Keywords: Energy Efficiency, Photovoltaic Solar Energy, Electric Vehicles, Teaching Innovation.

Resumen

Desde la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén se trabaja en materias de Eficiencia Energética y Energía Solar Fotovoltaica desde hace tiempo. Hemos participado en diversos Proyectos de Innovación Docente relacionados con vehículos eléctricos. En el curso 2021/22, se han mejorado los prototipos desde el punto de vista mecánico, eléctrico y de control.

Palabras clave: Eficiencia Energética, Energía Solar Fotovoltaica, Vehículos Eléctricos, Innovación Docente.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén se creó en 2019 un grupo de trabajo con la idea de mejorar en temas relacionados con la eficiencia energética, el desarrollo sostenible y trabajar de manera coordinada y transversal las distintas materias de nuestros títulos de Ingeniería.

El objetivo principal de este proyecto era realizar un vehículo monoplace aerodinámico propulsado por un motor eléctrico con una fuente de energía complementaria basada en módulos fotovoltaicos para su futura participación en una competición ecológica. Otros

objetivos fueron desarrollar actividades docentes basadas en el desarrollo de competencias transversales que contribuyan a alcanzar un aprendizaje significativo del estudiante. Las metodologías usadas fueron las siguientes, metodologías de gran valía tal y como demuestran Amante y otros (2007), Alfaro y otros (2006) o Benito y Cruz (2005) en sus trabajos:

- Trabajo Cooperativo.
- Estudio de casos.
- Aprendizaje basado en problemas.
- Aprendizaje basado en proyectos.

Las directrices que se siguieron a lo largo del proyecto se pueden resumir en:

- Menor coste posible utilizando una energía asequible y no contaminante.
- Proyecto teórico y proyecto real de un prototipo que podría ser utilizado en ciudades y comunidades sostenibles.
- Desarrollo del primer prototipo fotovoltaico con objetivo de mejorar en la producción de coches ecológicos mediante consumo responsable.

METODOLOGÍA

Desde el punto de vista docente, la amplitud de la temática involucrada en un proyecto de estas características conlleva la consecución del objetivo principal (diseñar un vehículo eléctrico) y que los estudiantes pudieran desarrollar tanto competencias específicas (relacionadas con conocimientos técnicos de las áreas temáticas) como competencias transversales (habilidades y aptitudes); siendo el estudiante el eje de todo el proyecto de enseñanza-aprendizaje (De Miguel Díaz 2005; Villa y Poblete 2007).

Para el diseño del prototipo se siguió una planificación dividida en las siguientes actividades:

- Coordinación y definición de los componentes fundamentales del vehículo.
- Dimensionamiento y realización del chasis.
- Dimensionamiento y realización del carenado.
- Sistema fotovoltaico, eléctrico y almacenamiento.
- Sistema de electrónica y control.
- Integración y ensamblado del vehículo.
- Protocolo de pruebas del vehículo.

Un detalle de estas actividades se muestra en la Figura 1. El plan de trabajo se basó en formar grupos de trabajo mixtos entre estudiantes y profesores que se dedicaron a la realización de cada una de las actividades individuales. Semanalmente, se realizaron reuniones de progreso a las que asistían todos los participantes de los grupos de trabajo y en las que se compartía la evolución de cada una de las labores. Con estas reuniones, se perseguía que los estudiantes encuadraran el trabajo que estaban realizando dentro de la totalidad del proyecto y aumentar la motivación de estos.



Figura 1. Actividades desarrolladas

Todas y cada una de las actividades anteriores siguieron una metodología basada en los siguientes aspectos: planteamiento del problema, soluciones para abordarlo y elección de la mejor solución. En primer lugar, estudiando el problema de forma teórica, para una vez resuelto llevarlo a la práctica. Para ello, se contó con Personal Docente e Investigador de la Universidad de Castilla-La Mancha y del I.E.S. Mercurio de nuestra localidad, todos ellos altamente cualificados en las áreas temáticas que forman las actividades a realizar.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como resultado del trabajo en equipo expuesto, se desarrolló el vehículo que se muestra en la Figura 2.



Figura 2. estudiantes con el prototipo terminado

Los estudiantes participaron de forma activa en el diseño y construcción del vehículo. Los estudiantes de la E.I.M.I.A. que se involucraron en el proyecto elaboraron su Proyecto Fin de Grado en temas relacionados con los vehículos, por ejemplo, incorporando un sistema de telemetría que enviaba los datos recogidos por los sensores del vehículo.

Estas metodologías activas de participación contribuyen al desarrollo de competencias transversales fundamentales para el aprendizaje de nuestros estudiantes. Se sienten altamente motivados al poner en práctica los conocimientos adquiridos. Se planifican competencias para promover el aprendizaje.

Los estudiantes aprenden a organizar y planificar su propio tiempo, aplican los conocimientos a la práctica, desarrollan habilidades de gestión de la información, aprenden a trabajar en equipo y también de forma autónoma y en definitiva se forman como personas capaces de incorporarse al mercado laboral con todas las garantías (García 2009). La idea es participar en alguna competición real en el futuro. Para ello, se están buscando patrocinadores y financiación externa.

Participar en competiciones reales aporta ventajas entre el alumnado participante. Una de ellas es que los estudiantes desarrollan la capacidad de organizar y planificar la carrera. Además, deben estudiar con meticulosidad todos los detalles previos a la competición para que ese día los fallos sean mínimos. También, deben saber aplicar los conocimientos a la práctica: en una competición en tiempo real, los problemas deben resolverse en tiempo real por lo que también hay que tener dotes de liderazgo, toma de decisiones, resolución de problemas, motivación de logro, etc.

No se debe olvidar que los estudiantes siempre deben ser evaluados por el trabajo que desempeñan. En la competición, la evaluación consiste en alcanzar un buen puesto. Uno de nuestros objetivos para próximas competiciones es quedar entre los 10 mejores equipos ya que en una de las últimas carreras quedamos los terceros por lo que la evaluación fue del todo

positiva y satisfactoria para los estudiantes participantes. Siempre se debe motivar al estudiante hacia el aprendizaje constante.

CONCLUSIONES

- Los estudiantes valoran de una forma muy positiva el aprendizaje basado en problemas y proyectos específicos y se sienten responsables de su propio aprendizaje.
- La realización y diseño del coche ha permitido a los profesores y estudiantes trabajar las distintas materias de manera interdisciplinar evitando solapamientos y trabajando de manera cooperativa.
- Se ha creado un grupo de investigación multidisciplinar.
- Al desarrollar los prototipos diseñados se ha demostrado la capacidad técnica, coordinación, esfuerzo y dedicación de todos los miembros involucrados para realizar un proyecto de esta envergadura en un tiempo relativamente pequeño.
- Este tipo de actividades suponen un cambio en la forma de orientar el trabajo de los alumnos; se enfrentan a situaciones reales, con problemas específicos que han de resolver en forma y tiempo en coordinación con más estudiantes y profesores de diferentes áreas de conocimiento. De este modo se comparten conocimientos de una manera más amplia.
- La etapa inicial en la curva de aprendizaje es más lenta que en asignaturas más genéricas, pero la consecución de objetivos conlleva una mayor satisfacción de los estudiantes.
- La parte negativa de este tipo de iniciativas es el problema para involucrar a un gran número de estudiantes; es necesario un trabajo de coordinación muy grande entre los profesores tutores y no se dispone de los medios deseables. El factor económico es un gran obstáculo.
- Desde el punto de vista de la investigación, hay que destacar que como resultado del trabajo desarrollado se ha formado el Grupo de Investigación EME, con líneas de trabajo en Energías Renovables, Movilidad Eléctrica y Eficiencia Energética y que el equipo docente involucrado en este proyecto tiene previsto seguir desarrollando el vehículo en coordinación con los estudiantes.
- Colaboración de empresas del sector energético y medioambiental que han creído en nuestro proyecto y nos han aportado ayuda financiera.
- Se ha dado a conocer nuestro centro a posibles futuros estudiantes.
- Se han impulsado Proyectos Fin de Grado relacionados con los vehículos eléctricos.

REFERENCIAS

Alfaro, I., Apodaca, P., Arias, J., García, E., y Lobato, C. (2006). *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid, Spain: Alianza Editorial.

Amante, B., Romero, C., y Peñuela, J. A. (2007). *Aceptación de la metodología de aprendizaje colaborativo en diferentes ciclos de carreras técnicas*. Cuadernos de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas Universitarias, 1(1), 65-74.

Benito, A., y Cruz, A. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*: Narcea Ediciones.

De Miguel Díaz, M. (2005). *Cambio de paradigma metodológico en la Educación Superior. Exigencias que conlleva*. Cuadernos de integración europea, 2, 16-27.

García, M. J. (2009). *Evaluación por competencias transversales*. Universidad de Madrid.

Villa, A., y Poblete, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias*. Bilbao: Universidad de Deusto.

Experiencia piloto en la evaluación de competencias sociales en diseño sostenible

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

^aU.D. Ingeniería de organización, AE y ETSID- UPM, irene.mrubio@upm.es, ^b U.D. Ingeniería de organización, AE y ETSID- UPM, e.mendonca@upm.es ^c U.D. Ingeniería de organización, AE y ETSID- UPM, thais.rangel@upm.es.

Abstract

In this work, we present the pilot experience carried out in a group of the ETSIDI to evaluate the social competences linked to sustainable design. There are few studies that are dedicated to understanding the social relationships of industrial designers, their values, their norms and their behavior in decision-making in sustainable design.

Keywords: social competences, sustainable design.

Resumen

En este trabajo presentamos la experiencia piloto llevada en un grupo de la ETSIDI para evaluar las competencias sociales ligadas al diseño sostenible. Hay pocos estudios que se dedican a entender las relaciones sociales de los diseñadores industriales, sus valores, sus normas y su comportamiento en la toma de decisiones en diseño sostenible.

Palabras clave: competencias sociales, diseño sostenible.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La ingeniería sostenible promueve el diseño, la comercialización y el uso de procesos y productos de una manera que reduzca la contaminación, promueva la sostenibilidad y minimice el riesgo para la salud humana y el medio ambiente sin sacrificar la viabilidad económica y la eficiencia. Por tanto, se impulsan decisiones para proteger la salud humana y el medio ambiente pueden tener el mayor impacto y rentabilidad cuando se aplican temprano, en la fase de diseño y desarrollo de un proceso o producto.

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/>

En diseño sostenible se siguen los principios de “ingeniería verde” considerando Zhang, et al. (2022), siendo estos: sistemas sostenibles, materias primas verdes, energía verde, productos verdes, sistemas económicos sostenibles, procesos verdes y sostenibles, procesos seguros, big data aplicado a los procesos verdes y visibilidad de la gestión sostenible.

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.

Recientemente, Li et al. (2021) destaca que el contexto social de los diseñadores industriales estimula el desarrollo de iniciativas sostenibles y relacionadas con el eco-diseño. Las relaciones sociales se refieren a las conexiones interpersonales desarrolladas entre los miembros de comunidades que interactúan de forma recurrente y que son percibidas con un significado personal.

Por todo ello, en este trabajo nos proponemos presentar la experiencia piloto llevada en el grupo A207 en la asignatura de “Organización Industrial” en el Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Nuestro objetivo es evaluar las competencias sociales ligadas al diseño sostenible, siguiendo la línea metodológica propuesta por Ding et al. (2014), Li et al. (2021). Como nos indica Li, hay pocos estudios que se dedican a entender las relaciones sociales de los diseñadores industriales, sus valores, sus normas y su comportamiento en la toma de decisiones en diseño sostenible.

METODOLOGÍA

Seguimos un enfoque nuevo desde una perspectiva psico-social para entender y evaluar las relaciones sociales que se producen al generar un diseño verde. Proponemos utilizar el test presentado y defendido por Li et al. (2021) para evaluar las interacciones de los estudiantes al realizar trabajos sobre diseño verde. En dicho test, se incluyen ítems sobre **cinco aspectos clave en las interacciones y relaciones sociales en el diseño de productos sostenibles**:

- 1-Fuerza de los lazos de las relaciones sociales
- 2-Normas de las relaciones sociales
- 3-Confianza en las relaciones sociales
- 4- Valores personales

5- Intención de diseño verde

Adicionalmente, se considera un sexto aspecto, relacional con los instrumentos que facilitan el desarrollo de la ingeniería sostenible:

6-Uso de instrumentos voluntarios en diseño verde.

Como puede observarse, utilizamos el término “verde” y “sostenible”, de la misma forma. Se trata de considerar el impacto medioambiental, social y económico en las interacciones de los agentes que van a tomar las decisiones de diseño sostenible.

Hemos utilizado el test de Li et al. (2021) en el idioma y forma validado por ellos. En concreto, los ítems del test utilizado a continuación se exponen en inglés y son los siguientes:

1- Social Relationships-Tie Strength : 1.1. I have a close relationship with members in my social relationships, 1.2. I talk with some social members about green development, 1.3. I have frequent discussions with social members about the way to achieve green development.

2-Social Relationships-Social Norms: 2.1. Most people who are important to me would want me to design green products,, 2.2. Most people who are important to me think I should design green products, 2.3. There are consistent green norms among the members in my social relationships, 2.4. Most members in my social relationships behave environmentally, 2.5. People whose opinions I value would encourage me to design green products.

3-Social Relationships-Trust: 3.1. I know my social members will always try and help me out if I get into difficulties, 3.2. I believe the members in my social relationships can give me some constructive suggestions and social support when I design green products, 3.3. I can always trust my social members to lend me a hand if I need it, 3.4. I can always rely on my social members to make my job easier.

4-Personal Norms: 4.1. Designing green products is consistent with my environmental value, 4.2.I feel a strong personal obligation to design green products., 4.3. I would feel guilty if I don't adopt green design behaviors at work.

5-Green Design Intention (GDI): 5.1. I will expend efforts on designing green products in the future work, 5.2. I plan to adopt green design behavior in the future work, 5.3. I am willing to design green products in the future work.

6-Voluntary Instruments: 6.1. The voluntary instruments have considerable impacts on green design in the engineering industry, 6.2. The voluntary instruments are valid to promote the development of green design in the engineering industry, 6.3. The voluntary instruments are

appropriate for green design in the engineering industry, 6.4. There are systematic and complete voluntary green instruments in the engineering industry.

Hemos realizado la experiencia piloto en el grupo A207 de la ETSIDI-UPM. Es un grupo pequeño en turno de tarde, con un total de 20 estudiantes, habiendo dos mujeres, todos menores de 21 años. El test se ha desarrollado después de presentar el mapa de empatía para el diseño de una eco-encimera inteligente y sostenible en el tema de diseño de productos, el lunes 21 de Marzo de 2022. A los estudiantes se les pidió que valorasen cada uno de los ítems del test entre 1 y 5. Los estudiantes no tuvieron ningún problema en completarlo en inglés. Se enfatizó que se trataba de conocer su trabajo en equipo y su intención hacia el diseño sostenible. Sin lugar a dudas, proponer actividades novedosas y evaluarlas es un gran reto para el equipo docente. El caso del del diseño de una eco-encimera inteligente se ha realizado gracias a las aportaciones de los siguientes profesores: Martín Rubio, Julià Sanchis, Lozano Ruiz, Rangel y Mendonça a principios de 2020 (Martín Rubio et al. 2020).

RESULTADOS

En la tabla 1 presentamos los resultados obtenidos en el test. Mostramos la media de cada ítem del test, así, como la media de cada constructo.

Observamos que las normas personales que orientan hacia el diseño sostenible (3,68 sobre 5) se valoran de forma similar que las sociales (3,57). En cualquier caso, queda claro que hay intención de diseño sostenible (3,74) y que se valoran los instrumentos voluntarios (3,40) que lo estimulan (certificaciones, etiquetas, plataformas y transparencia, etc). Ninguna variable supera el umbral de 4.1. Li et al. (2021) realiza un estudio de ecuaciones estructurales para comprender la relación entre las diferentes variables. Nosotros únicamente medimos y de forma muy sencilla (con la media) el resultado obtenido. Podemos ver que en los resultados de nuestro estudio las medias más altas se encuentran en el poder de las normas sociales para que los diseñadores se animen a diseñar y desarrollo productos sostenibles.

Tabla 1. Resultado de evaluación de competencias sociales en Diseño Verde. Experiencia Piloto

Item	Media	Constructo	Media
1.1.	4,23		
1.2.	3,23		
1.3.	3,46	1. Fuerza de lazos	3,64
2.1	3,62		
2.2.	3,46		

2.3.	3,15		
2.4.	3,31		
2.5.	4,31	2.Normas sociales	3,57
3.1.	3,85		
3.2.	3,85		
3.3.	4,00		
3.4.	3,38	3.Confianza	3,77
4.1.	4,00		
4.2.	3,62		
4.3.	3,42	4.Normas Personales	3,68
5.1.	3,23		
5.2.	3,62		
5.3	3,46	5. Intención de Diseño Sostenible	3,40
6.1.	3,31		
6.2.	3,92		
6.3.	3,85		
6.4.	3,46	6. Instrumentos Voluntarios	3,74

En este trabajo presentamos un estudio preliminar y sencillo para conocer el valor medio. Li et al. 2021 realiza un análisis de relación entre los diferentes constructos a través de ecuaciones estructurales; y no están interesados en el valor medio, sino en la relación científica entre los constructos sociales.

CONCLUSIONES

Este estudio trata de amplificar nuestra comprensión de la intención y el comportamiento en el diseño de productos sostenibles al ofrecer una nueva perspectiva psico-sociológica, además de la política y regulativa (obligatoria o voluntaria). Nuestros resultados muestran el punto de partida para examinar en el futuro y con más detalle, el efecto de las normas sociales y personales y la confianza en la intención hacia el diseño sostenible. Este estudio promueve que los diferentes agentes implicados en el diseño sostenible sean más conscientes de su comportamiento social e individual, así como de sus intenciones hacia la sostenibilidad.

Li et al. 2021 había realizado el estudio en una muestra pequeña de diseñadores industriales en su práctica de trabajo, no entre los estudiantes. Nosotros proponemos utilizarlo para los estudiantes de ingeniería en los temas relacionados con diseño de productos.

Nuestra gran aportación estriba en considerar y evaluar las competencias relaciones sociales de los ingenieros al diseñar productos sostenibles. Os animamos a que sigáis esta línea. Para investigaciones futuras proponemos estudiar cómo influyen los diferentes elementos que componen las relaciones sociales en la capacidad de diseño de productos sostenibles.

REFERENCIAS

- Ding, Z., Ng, F., Li, J. (2014). A parallel multiple mediator model of knowledge sharing in architectural design project teams. *International Journal Project Management*, 32 (1),54-65.
- 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.
- Li, Q, Zhang, L, Liu, T., Qian, Q. (2021). How engineering designers' social relationships influence green intention : The roles of personal norms and voluntary instruments. *Journal of Cleaner Production*, 123470.
- Martín Rubio, I., Julià Sanchis, E., Lozano Ruiz, J.A., Rangel, T., Mendonça Tachizawa, E. (2020)El mapa de empatía como primer paso en Design Thinking. Caso "Eco-Encimeras Elegantes" *ACEDEDOT_ OMTECH (Operations Management & Techonology)*- Online Santander, Online, 26 y 27 marzo

WEB:

EPA- USA Environmental Protection Agency (19 de Mayo de 2022) About Green Energy
<https://www.epa.gov/green-engineering/about-green-engineering>

United Nations. Objetivos de Desarrollo Sostenible:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Historia de la Ciencia y la Tecnología en los grados de Ingeniería de la E.T.S. de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València

Juan Ángel Sans Tresserras^a y Francisco Javier Manjón Herrera^b

^aDepartamento de Física Aplicada, E.T.S. Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (juasant2@upv.es), ^b Departamento de Física Aplicada, E.T.S. Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (fjmanjon@fis.upv.es).

Abstract

The subjects related to History of Science and Technology in engineering university degrees are transversal subjects to all engineering degrees. They provide an integral and critical view of engineering within the context of our current society and show the relations among science, technology, society, and economy. Here, we present how the concept of Circular Economy and environmental impact are introduced in the subject methodology.

Keywords: Circular Economy and Environment, History of Science, Cross-curricular Methodology, Social impact.

Resumen

Las asignaturas relacionadas con la Historia de la Ciencia y la Tecnología en los grados de Ingeniería son asignaturas transversales a todas las ingenierías. Dichas asignaturas dan una visión integral de la ingeniería en el contexto de nuestra sociedad, mostrando la relación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad, la economía y el medio ambiente. En este artículo, presentamos como el concepto de Economía Circular e impacto medioambiental está integrado en la metodología de la asignatura.

Palabras clave: Economía Circular y Medio Ambiente, Historia de la Ciencia, Metodología transversal, Impacto social.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Cada día adquieren mayor importancia las asignaturas relacionadas con la Historia de la Ciencia y la Tecnología en los grados de Ingeniería, el hecho de darle una perspectiva social e histórica al grado de Ingeniería estudiado, permite introducir conceptos que se han ido desarrollando con el paso del tiempo, como son los factores que afectan a la degradación de los ecosistemas y, por tanto, el impacto de los desarrollos tecnológico en el cambio climático. Es tanta la importancia de esta formación que es una asignatura obligatoria y con hasta 6

créditos en el primer curso de los grados de ingeniería de universidades de nuestro entorno cercano (UV, 2021) (UJI, 2021).

El objetivo fundamental de las asignaturas de Historia de la Ciencia y la Tecnología es la formación integral del alumnado mediante una revisión crítica de los desarrollos científicos y tecnológicos, especialmente en los últimos 250 años; es decir, tras el inicio de la revolución industrial a partir de 1760, y sus consecuencias en nuestra sociedad actual. En estas asignaturas también se analizan los retos actuales del progreso tecnológico y del progreso humano. Gracias a esta revisión histórica puesta en perspectiva actual, estas asignaturas permiten explorar al alumnado los posibles desarrollos futuros de la Ciencia y la Tecnología ante dichos retos actuales a la luz de la evolución de los conocimientos científicos y tecnológicos de las últimas décadas.

Otro de los objetivos de estas asignaturas es conocer cómo ha evolucionado la tecnología a lo largo de la historia, cómo dicho desarrollo ha dado lugar al origen de las enseñanzas de ingeniería y cómo han ido cambiando hasta la situación actual.

En este contexto, las asignaturas de Historia de la Ciencia y la Tecnología permiten desarrollar competencias generales clave para el mundo empresarial como la capacidad de resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico, así como comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería (competencia EUR-ACE 64G); capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas (competencia EUR-ACE 67G); así como conocer, comprender y tener la capacidad de aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero (competencia EUR-ACE 71G).

Es de destacar que estas asignaturas de carácter transversal también permiten desarrollar algunas de las competencias transversales establecidas por la Universitat Politècnica de València y que son de gran valor para el mundo empresarial como la comunicación efectiva; el pensamiento crítico; y el conocimiento de problemas contemporáneos. En este sentido es importante valorar que estas asignaturas permiten acercar la ciencia y la tecnología a la sociedad fomentando la comunicación efectiva de las mismas (Alcíbar, 2015).

Finalmente, se puede enfatizar que las asignaturas de Historia de la Ciencia y la Tecnología pueden contribuir a trabajar en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como son: La igualdad de género, incentivando la presentación de biografías de ingenieras y científicas destacables; las ciudades y comunidades sostenibles, mediante la exploración de nuevos medios de transporte más amigables con el medioambiente; la producción y consumo responsables, destacando la búsqueda y funcionamiento de nuevas energías renovables; y la acción por el clima, donde se estudia el impacto del reciclaje y la economía circular en nuestra sociedad.

A continuación, mostraremos el enfoque de las asignaturas de Historia de la Ciencia y la Tecnología que corresponden a los grados de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universitat Politècnica de València (UPV). En estas asignaturas se trabaja activamente el concepto de Economía Circular que engloba muchos de los ODS, es objetivo prioritario de la UE y es clave para frenar la degradación medioambiental y para aspirar a la sostenibilidad de los ecosistemas; en otras palabras, es un objetivo capital para el presente y futuro de nuestro planeta.

METODOLOGÍA

En el actual contexto de escasez de recursos, las asignaturas de Historia de la Ciencia y la Tecnología del grado de Ingeniería Mecánica y de Historia de la Tecnología Eléctrica del grado de Ingeniería Eléctrica de la ETSID son asignaturas optativas del primer semestre del primer curso de grado que se imparten de forma simultánea a los estudiantes de ambos grados (misma aula y horario). Dicha asignatura cuenta con 4,5 créditos que hacen inviable la impartición de la asignatura con contenidos específicos para cada una de las dos titulaciones de forma como se establece en otras guías docentes (UV,2021) (UJI, 2021). Por otra parte, se ha constatado que en general el alumnado que ingresa en la universidad española tiene serias carencias de comunicación efectiva, de pensamiento crítico y de capacidad de debate, que raramente se ejercitan en otras asignaturas de los grados de ingeniería.

Debido a estos motivos, la asignatura de Historia de la Ciencia y la Tecnología en ambos grados se imparte de la siguiente forma. Inicialmente y a modo de romper el hielo, el profesorado imparte un tema de introducción a la ingeniería con especial énfasis en los estudios de ingeniería mecánica y eléctrica en España y su evolución hasta la situación actual dentro de las universidades. Asimismo, comenta la legislación vigente que incluyen las competencias profesionales de cada rama de la ingeniería.

Seguidamente, el profesorado plantea al alumnado que esbocen una breve presentación personal, típicamente en Powerpoint, Prezi, LibreOffice Impress o Google Slides, en la que se describan ellos mismos, sus intereses y el camino que les ha llevado a interesarse por cursar sus correspondientes grados de ingeniería. El objetivo es que el alumnado se conozca y pierda el miedo a exponer sus ideas en público. A continuación, el profesorado propone al alumnado que se organicen en grupos de dos o tres personas para trabajar, exponer y debatir tres temas importantes: el pensamiento práctico, el pensamiento crítico y la comunicación efectiva. Estos temas son ampliamente debatidos en clase fomentando la responsabilidad individual y colectiva del alumnado y potenciando la comunicación efectiva, el debate y el pensamiento crítico. Es de destacar que Íñigo Parra, presidente de Stadler Valencia, compañía especializada en la construcción de trenes para todo el mundo y establecida en el polígono de Massalfassar (València), ha subrayado recientemente la falta de pensamiento crítico de los estudiantes de ingeniería (Zaragozá, 2022) (Cervellera,2022). Adicionalmente, es sabido que el estudiantado español no es especialmente dotado para la comunicación efectiva a diferencia del estudiantado estadounidense donde se da especial importancia a este tema ya incluso en la enseñanza secundaria (ODEP, 2022).

Tras este trabajo del alumnado, el profesorado realiza una exposición en la que expone las principales ideas de la comunicación efectiva para que el estudiantado tenga una guía para posteriores exposiciones en público. Como ejemplo de exposición el profesor imparte una charla sobre los ODS y sobre Economía Circular, temas sobre los que el alumnado de primer curso de grado de ingeniería apenas ha oído hablar. Esta exposición pone punto final a la primera parte de la asignatura centrada en el desarrollo de las competencias transversales de comunicación efectiva y pensamiento crítico.

En la segunda parte de la asignatura, se pide al alumnado que desarrollen tres o cuatro trabajos que expondrán en público relacionados con sus intereses personales y relacionados con la Historia de la Ciencia y la Tecnología. Se les motiva a que al menos uno de los trabajos

esté relacionado con problemas contemporáneos relacionados con los ODS y con la Economía Circular. Como es habitual, el alumnado suele elegir temas relacionados con desarrollos tecnológicos relevantes por lo que se hace especial hincapié en fomentar que dicho estudiantado analice las ventajas e inconvenientes de dichos desarrollos tecnológicos y sus consecuencias sociales y medioambientales.

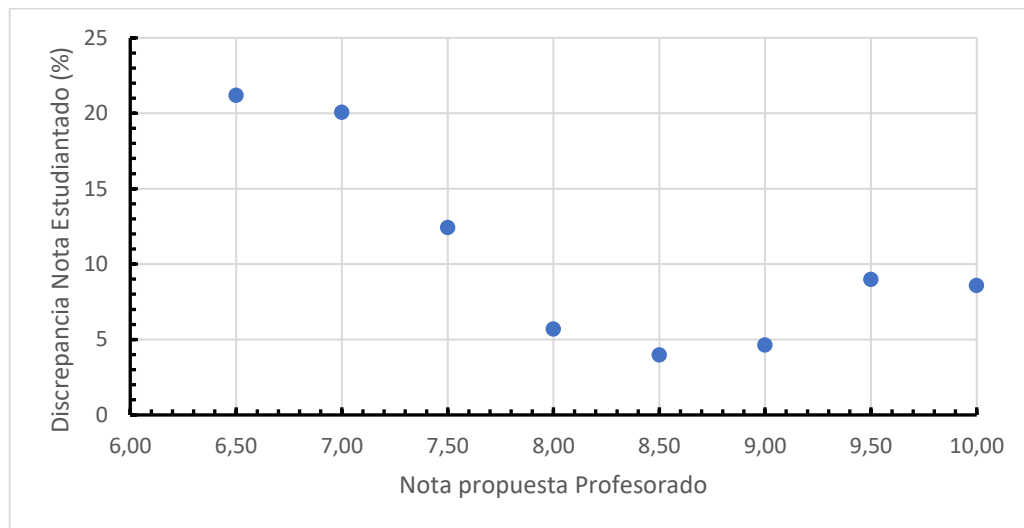


Fig. 1. Representación de la nota propuesta por el profesorado respecto a la discrepancia promedio del alumnado.

Los trabajos presentados por el alumnado de la primera parte de la asignatura son cortos (7-9 minutos de exposición) mientras que los trabajos de la segunda parte son más largos (alrededor de 10-15 minutos de exposición). La longitud de los trabajos es establecida para que haya tiempo suficiente de exposición para todas las presentaciones y haya un tiempo adicional de debate del tema presentado, teniendo en cuenta que el grupo es formado por unas 30 personas.

Todos los trabajos expuestos por el alumnado son evaluados tanto por el profesorado como por el propio estudiantado de tal forma que la nota final de cada trabajo es la media entre la nota del profesorado y la nota media del alumnado. Esto hace que el propio alumnado se implique y preste atención a las exposiciones del resto de integrantes del grupo, viendo los errores cometidos, debatiendo sobre formalismos de la presentación oral y desarrollando su propia línea de pensamiento acerca del tema tratado.

RESULTADOS

Como se ha comentado, la evaluación se realiza por pares, obtenida con una media entre la nota del profesorado y la del alumnado. En principio, se podría pensar que el alumnado pone la máxima nota a sus colegas, sin embargo, hay muy poca discrepancia entre la nota promedio dada por el profesorado y la dada por el estudiantado (figura 1). Dicha gráfica se ha obtenido mediante el análisis de un total de 240 calificaciones durante el curso 2018/2019 previo a la pandemia. Por otro lado, las asignaturas de Historia de la Ciencia y la Tecnología en la ETSID tienen una buena aceptación entre el alumnado y el profesorado que las imparte obtiene una

buena calificación en las encuestas. El alumnado valora positivamente las competencias trabajadas y la información obtenida sobre sus titulaciones y sobre la relación de sus titulaciones con el mundo y la sociedad actuales. Esto viene representado en la figura 2, donde se ha obviado el curso 2020/2021, por el cambio de formato que sufrió debido al efecto de la pandemia COVID19 y el paso a clase híbrida.

En esta gráfica, se puede observar como la nota promedio entre el profesorado que imparte la asignatura está muy por encima de 9/10. Esto indica la gran aceptación que produce esta asignatura y como valoran la perspectiva medioambiental, histórica y social que se da de la ingeniería y la ciencia en general.

Lamentablemente, el actual contexto de recortes ha desembocado en la desaparición de dos asignaturas de Historia de la Ciencia y la Tecnología en la ETSID correspondientes a los grados de Diseño Industrial e Ingeniería Electrónica que eran también bien valoradas por los estudiantes.

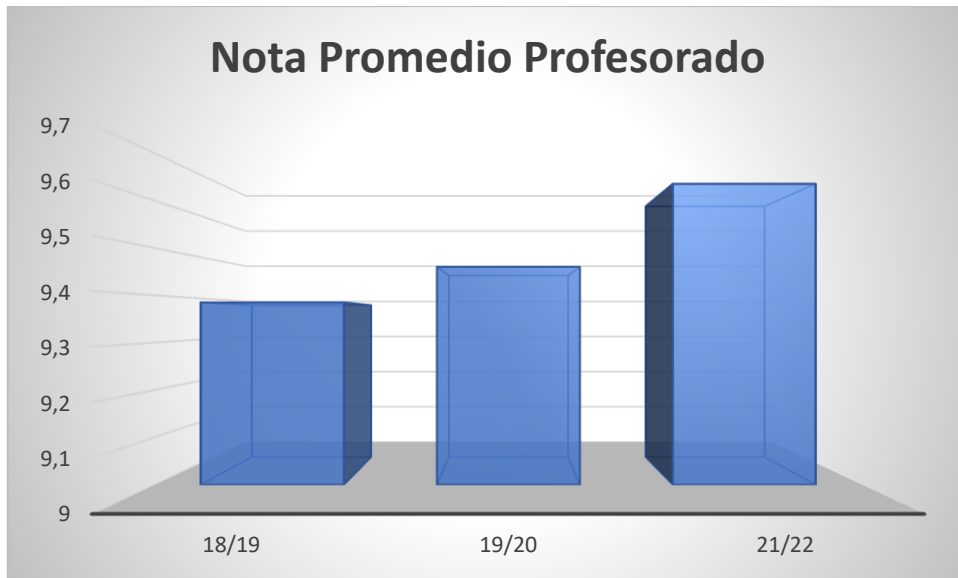


Fig. 2. Representación de la nota media del profesorado en los últimos cursos.

Es de destacar también que las asignaturas optativas de Historia de la Ciencia y la Tecnología juegan un papel integrador para los estudiantes de Erasmus y otros estudiantes de intercambio académico que se matriculan incluso bien entrado el mes de octubre de asignaturas optativas. En este contexto, la mayoría de asignaturas optativas han dado ya buena parte del contenido bien entrado el mes de octubre por lo que no es fácil la integración del nuevo alumnado en el desarrollo de la asignatura; sin embargo, la flexibilidad de las asignaturas de Historia de la Ciencia y la Tecnología, basadas fundamentalmente en el trabajo del alumnado, junto a las charlas impartidas por el profesorado colgadas en la web de la asignatura en la intranet de la UPV, facilitan que este alumnado rezagado pueda incorporarse con relativa facilidad al curso si realizan las exposiciones de los trabajos cortos que ya han realizado sus compañeros y compañeras.

CONCLUSIONES

Las asignaturas relacionadas con la Historia de la Ciencia y la Tecnología en los grados de Ingeniería son asignaturas transversales que permiten complementar la formación específica de los ingenieros dando una visión integral y crítica de la ingeniería dentro del contexto de nuestra sociedad actual. Estas asignaturas permiten mostrar la relación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad, la economía y el medio ambiente y permiten trabajar un buen número de competencias tanto genéricas como transversales que tienen una gran importancia en la actualidad, así como introducir conceptos como los ODS y la Economía Circular que van a jugar un papel decisivo en los egresados de las titulaciones de ingeniería en las próximas décadas.

Lamentablemente, el enfoque de las asignaturas optativas de Historia de la Ciencia y la Tecnología de los grados de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la ETSID en la UPV es diferente del impartido en otros grados de ingeniería debido al escaso número de créditos disponible (4,5) y la heterogeneidad del alumnado (dos grados diferentes en un mismo aula). Creemos necesario subrayar la importancia de que todos los grados de ingeniería tengan en su currículum al menos una asignatura de Historia de la Ciencia y la Tecnología en primer curso de grado que permita al alumnado tener una formación integral y una visión de conjunto del papel de las ingenierías en la sociedad actual pues las competencias que se trabajan en estas asignaturas no se suelen trabajar en otras asignaturas con un perfil más específico de cada titulación. Esta propuesta viene respaldada por los resultados mostrados en este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

JAST agradece al proyecto de innovación y mejora educativa PIME/21-22/286 financiado por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPV, donde desarrolla un rol de participante.

REFERENCIAS

- Alcíbar, M. (2015). Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología: Una Aproximación Crítica a su Historia Conceptual. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, vol. 191-773, a242.
- Cervellera, A. (2022). El presidente de Staedler avisa de que cada día se necesitan más ingenieros. *Las Provincias*, 12/05/2022.
- Zaragozá, A. (2022). Parra (Staedler) advierte de que la reindustrialización de la C.Valenciana se puede ver truncada por los costes. *Levante-EMV*, 10/05/2022.
- ODEP (2021). Soft Skill to Pay the Bills. Office of Disability Employment Policy. U.S. Department of Labor. <https://www.dol.gov/agencies/odep/program-areas/individuals/youth/transition/soft-skills>
- UJI, EM1010 - Historia de la Ciencia y la Tecnología, Grado de Ingeniería Mecánica, Universitat Jaume I, Curso 2021/2022. <https://ujiapps.uji.es/sia/rest/publicacion/2018/estudio/222/asignatura/EM1010>
- UV, 34795 – Ingeniería, sociedad y universidad, Grado en Ingeniería Electrónica de Telecomunicación, Universitat de València, Curso 2021/2022. <https://www.uv.es/uvweb/universidad/es/estudios-grado/oferta-grados/oferta-grados-1285846094474.html?idA=34795&idT=1402;20211>

El diseño inclusivo como área de formación para la innovación de productos y servicios

Marina Puyuelo^a, M Ángeles Rodrigo^b y Lola Merino^c

^aUniversitat Politècnica de València, mapuca@ega.upv.es, ^bUniversitat Politècnica de València, arodrigo@ega.upv.es y ^cUniversitat Politècnica de València, mamesan@ega.upv.es.

Abstract

The *Inclusive Design* approach proposes an integrative vision of projects in which sensitivity prevails to meet the needs of a wide range of users regardless of their skills. The objective of this communication is to promote and show training in design and innovation, associated with ethical and social commitment.

Keywords: inclusive design, innovation, accessibility, social design, disability.

Resumen

El *Diseño Inclusivo* adopta una visión integradora del proyecto en la que prevalece la sensibilidad para resolver las necesidades de una amplia gama de usuarios independientemente de sus habilidades. El objetivo de esta comunicación es potenciar y mostrar la formación en diseño e innovación, asociada al compromiso ético y social.

Palabras clave: diseño inclusivo, innovación, accesibilidad, diseño social, discapacidad.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La perspectiva del *Diseño Inclusivo* propone una visión integradora de los proyectos en la que prevalece la sensibilidad para resolver las necesidades de una amplia gama de usuarios independientemente de sus habilidades. Esta visión del diseño, resulta aún en la actualidad, un ámbito pendiente en la práctica ya que se trata de un acercamiento holístico, comprometido con la diversidad de individuos y la sociedad en general. Profesionales, formadores, responsables de la gestión y los proyectos de diseño e incluso administraciones públicas, han de poner en valor esta cualidad del proyecto que tiene como reto la inclusión y la equidad. El objetivo de esta comunicación es potenciar y mostrar la formación en diseño e innovación asociada al compromiso ético y social.

La introducción presenta el ámbito específico del diseño inclusivo, la justificación de su pertinencia como concepto y su implicación con la competencia transversal Compromiso Ético y Social. La comunicación se estructura en tres partes: la primera concreta el objeto y alcance de este ámbito del diseño, el estado del arte y los proyectos que se agrupan en esta dirección. La segunda constituye el núcleo presentando la metodología que conduce el proceso

enseñanza aprendizaje en la asignatura *Diseño y Accesibilidad* y resume los principales aspectos que intervienen en la adquisición de esta competencia transversal y su validación. Finalmente como resultado, se recoge la transferencia de estos proyectos a través de una exposición incluida en el programa de Valencia World Design Capital 2022, que ha permitido mostrar al público general, el potencial del diseño para superar limitaciones individuales y mejorar la vida de la sociedad en su conjunto.

La percepción que comparten la sociedad y las empresas en general, sobre la actividad del diseño, suele estar relacionada con las demandas del mercado y por ello, cobran especial valor algunos aspectos como la necesidad de novedades, la idea del componente de inspiración y cierta imagen exagerada de productos singulares, diseñadores y marcas de prestigio. En este contexto, consideramos necesario retomar los retos implícitos en el ejercicio del diseño que apuntan a plantear y desarrollar proyectos realmente innovadores y comprometidos.

En el contexto tecnológico actual, la accesibilidad, la adaptación o la personalización de los productos no pueden entenderse como un acercamiento a las problemáticas de “unos pocos”, sino que han de entenderse como una cuestión inminente que nos afecta a todos y que viene reforzada por el constante incremento de una población que envejece y requiere mayores cuidados y atención en su vida diaria. Es una situación de hecho que, junto a la cuestión energética y ecológica, la superación de barreras arquitectónicas y la accesibilidad constituyen temas prioritarios que están a la orden del día y constituyen una tendencia con visión de futuro (Ficher y Meuser, 2009). En consecuencia, con el objetivo de responder tanto a las exigencias del entorno profesional, como a las formativas, que apuntan a las competencias como desarrollo integral del individuo, es necesario promover la visión crítica y la creatividad del diseñador hacia su implicación social. La asignatura *Diseño y Accesibilidad* recoge estos objetivos y los desarrolla desde el aprendizaje basado en proyectos.

Desde 2014 la UPV viene trabajando en el proyecto de implementación y evaluación de las competencias transversales listadas en su proyecto institucional. La UPV considera tres vías principales para la adquisición de estas competencias: los planes de estudios, los trabajos fin de grado (o máster) y las actividades extracadémicas. Debido a la implicación esencial (en objetivos y contenidos) de la asignatura *Diseño y Accesibilidad* del Master Oficial de Ingeniería del Diseño, con la competencia transversal *Compromiso Ético y Social*, la asignatura viene siendo punto de control de la evaluación de su adquisición.

1.1. El diseño inclusivo en el panorama del diseño

El diseño inclusivo hace hincapié en las características y la diversidad de los usuarios. Evidentemente puede estar relacionado estrechamente con otros conceptos como *Diseño Social* o *Diseño Solidario*, aunque éstos enfoques se orientan al planteamiento y desarrollo de proyectos de cooperación al desarrollo y proyectos de acción social, siguiendo distintas metodologías.

Los antecedentes del diseño inclusivo y la accesibilidad son múltiples y encuentran su arranque en los años setenta (Papanek, 1977) en profesores y teóricos del diseño que cuestionaron la orientación utilitarista del diseño al servicio del consumo y el desarrollo industrial (Bonsiepe, 1985) (Maldonado, 1993), (Margolín, 1985). En Europa, las iniciativas del

gobierno sueco apoyan empresas como Ergonomidesign y la A&E Design especializada en diseño para discapacitados y personas mayores, tomando como objetivos desarrollar este enfoque del diseño que quedaría reflejado de modo explícito en la Declaración de Estocolmo (2004), cuyo lema resulta claramente reivindicativo: “El buen diseño capacita, el mal diseño discapacita”.

En los ochenta el concepto de Diseño para todos/ *Design for all* (Mace, 1987) propone unos principios con el objetivo de simplificar la vida de todas las personas, a través de las características de los productos y el entorno construido. Estos siete principios del diseño universal siguen siendo una referencia para el diseño: ser equitativo, flexible, intuitivo, ofrecer una información perceptible, tolerancia al error, minimizar los esfuerzos, y dimensiones adecuadas, aunque siguen siendo un ideario poco implementado aún en nuestros días.

El término *Inclusive Design* / Diseño Inclusivo (Inclusive Design design.designcouncil 2012), más utilizado en la actualidad, incide en este aspecto integrador del diseño, como diseño social; que no excluye a una parte de la sociedad. Un diseño capaz de generar beneficios y mercados, que estudia y analiza las necesidades de las diferentes personas y propone instrumentos y soluciones para todas ellas.

1.2. El diseño y la competencia Compromiso Ético y Social

Partiendo de la definición de competencia que propone Tardif (2006): Saber actuar complejo que se apoya en la movilización y la combinación eficaz de una variedad de recursos internos y externos dentro de una familia de situaciones, el ámbito del proyecto de diseño constituye un marco idóneo para el desarrollo de las competencias transversales ya que coinciden en él múltiples aspectos que inciden en el uso integrado de conocimientos, habilidades y actitudes en la acción.

La competencia transversal Compromiso Social apunta a la respuesta que otorga un individuo ante la realidad que vive. Es decir, tomar decisiones y acciones para hacer que vivir en comunidad, sea digno, respetuoso y, sobre todo, se establezcan políticas de apoyo a los más débiles. Los objetivos de la asignatura Diseño y Accesibilidad recogen esas intenciones aunándolas con sus competencias profesionales:

- Concienciar y sensibilizar hacia las situaciones de desventaja a las que se enfrenta el hombre desde su diversidad (el ámbito físico, obstáculos, recursos).
- Hacer partícipe al proyectista de las necesidades y las problemáticas concretas que plantean múltiples productos y entornos para distintos usuarios y grupos de usuarios.
- Proporcionar conocimientos operativos en sistemas de ayuda para el diseño de productos adaptados específicos para distintas problemáticas de discapacidad.
- Desarrollar una actitud comprometida hacia el diseño inclusivo para que el entorno sea cada vez más apto y seguro a los requerimientos de las personas, independientemente de sus capacidades y etapas de vida.

METODOLOGÍA

El planteamiento de esta asignatura se fundamenta en la comprensión de las diferencias entre las personas y la posibilidad de intervenir a partir del diseño adaptado. Para ello se proponen

metodologías activas y se realizan distintas actividades que conducen al aprendizaje del alumnado y al desarrollo de sus habilidades y capacidades aplicadas al diseño de productos más acordes a la diversidad y a las limitaciones funcionales. Se insiste en el valor de la creatividad para mejorar la accesibilidad de entornos, productos y servicios.

El eje vertebrador de la asignatura es el proyecto de diseño (en el que el estudiantado se siente cómodo y capaz), proponiendo ámbitos temáticos de investigación y experimentación en los que previamente han de identificar por sí mismos, problemáticas específicas sobre las que actuar. Se trabaja desde la teoría y la práctica en la identificación y búsqueda de situaciones, tecnologías y productos que pueden ser diseñados o re-diseñados para conseguir una mayor adaptación y accesibilidad. Para estimular su implicación y creatividad, se aplica como metodología de base el “El decálogo de Creatividad” (Fuentes y Puyuelo, 2015). El alumno ha de aportar sus propias experiencias, expresar sus creencias y responder creativamente a preguntas generales antes de enfrentarse a preguntas específicas más relacionadas con su disciplina. Para su elaboración se han tenido en cuenta conceptos básicos como la pregunta y el impacto como motor de la creatividad, o la relación entre la creatividad, la motivación, lo que se conoce y el pensamiento (Amabile, 1998). Por supuesto, las problemáticas que se afrontan en las actividades docentes son relevantes por su objetivo funcional (se plantean múltiples requisitos, Fig.1), pero también porque resultan significativas, comprometidas y abiertas. Todos podemos sufrir problemáticas de discapacidad y, en consecuencia, ser beneficiarios de mejores soluciones.

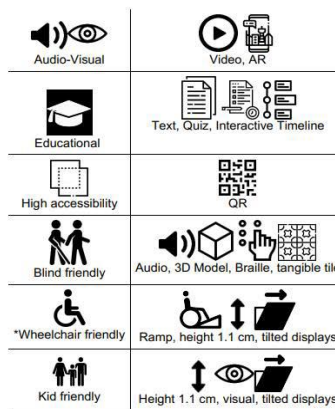


Fig. 1. Esquema de estímulos planteados en el desarrollo de un proyecto. Fuente: estudiantes Master Universitario Ingeniería en Diseño MUID.

RESULTADOS

La incorporación del ámbito temático del diseño inclusivo responde a la necesidad de ampliar el conocimiento y complementar con contenidos específicos en materia de integración y de accesibilidad el currículum del estudiante e investigador de diseño.

Se han abierto como áreas de investigación 6 ámbitos de proyecto permeables entre sí, que ofrecen un amplio espectro de temas para el planteamiento de proyectos de diseño y de Tesis de Máster. Éstas áreas responden a las inquietudes y el trabajo desarrollado por el grupo de investigación del Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica en torno a la accesibilidad y el

entorno de uso colectivo, en los que cuentan con distintas publicaciones, Trabajos Fin de Master (TFMs y Tesis Doctorales. En la última década, se han desarrollado más de un centenar de proyectos de gran calidad con un alto nivel de innovación y resolución técnica (Tabla 1).

Tabla 1. Temas de proyectos en grupo y número por curso desde 2017.

Course year	Topic	Projects
2017-2018	Limitaciones visuales	15
2017-2018	Personas mayores	14
2018-2019	Accesibilidad y área Personas con Movilidad Reducida (PMR) en transportes	16
2019-2020	Casco protector epilepsia	10
2020-2021	Co-diseño con personas con limitaciones	7
2021-2022	Asistente robótico	12

Una amplia selección de estas propuestas junto con algunos productos destacados de diseño inclusivo, ha formado el núcleo de la exposición “Diseño Inclusivo y Social. El diseño para las personas y el interés común” (Figura 2), llevada a cabo en Las Naves del Excmo. Ayuntamiento de València, durante el primer trimestre del año, en programa de *Valencia World Design Capital 2022*.



Fig. 2. Productos y proyectos en la exposición “Diseño inclusivo y social. El diseño para las personas y el interés colectivo”. Las Naves de Diciembre 2021-Febrero 2022.

CONCLUSIONES

De la experiencia obtenida en estos años destaca la toma de conciencia del alumno respecto a la competencia transversal *Compromiso Ético y Social* en todas las experiencias de análisis y

proyecto llevadas a término en este contexto docente. Dado que se trata de una asignatura punto de control, al inicio del curso, se establecen los niveles que determinan su consecución y la valoración de los resultados obtenidos que, directamente, avalan la adquisición de la competencia: en un primer: sensibilización acerca de la importancia de la competencia y aplicación básica en distintas problemáticas a través del análisis crítico de productos y servicios. Se abre el abanico a la variedad de propuestas potenciales para el desarrollo del proyecto. Seguidamente se produce una interiorización y hábil manejo de la competencia en la resolución de una propuesta de diseño, argumentada y viable. que resuelva y comunique con solvencia la solución obtenida. Estas fases han permitido aplicar los conocimientos a la práctica, experimentar un sistema de aprendizaje autónomo y responsable, con iniciativa e innovación.

La exposición mencionada ha integrado estos resultados de calidad en un proyecto real transferido a la sociedad junto a productos del entorno industrial real y objetivo de este enfoque del diseño.

AGRADECIMIENTOS

Esta exposición en las Naves del Excmo. Ayuntamiento de Valencia ha contado con el apoyo del programa municipal Missions 2030 Innovación Social y Urbana, en el que han colaborado distintas empresas implicadas en el desarrollo de productos y servicios relacionados con la inclusión y la accesibilidad. Debemos agradecer especialmente el apoyo de la ETSID en esta iniciativa que ha insistido en la unión indispensable de Ingeniería y Diseño, desde el compromiso ético y social.

REFERENCIAS

- Amabile T.M. (1998). How to kill creativity. *Harvard business review*, 76 (5), 76-87.
- Fuentes-Durá P. y Puyuelo, (2015). Decálogo de la creatividad. *Proceedings XXIII Congreso Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*, pp. 185-197.
- Fischer, J. y Meuser, P. (2009). *Construction and Design Manual: Accessible Architecture*. DOM publishers.
- Puyuelo, M. (2022). Current Inclusive Design Projects for Social Innovation. In B. Malheiro, & P. Fuentes-Durá (Eds.), *Handbook of Research on Improving Engineering Education With the European Project Semester* (pp. 247-261). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-2309-7.ch014>
- Puyuelo, M. (2021). *Diseño inclusivo y social. El diseño para las personas y el interés colectivo*. (pp 6 - 17). Sala de Exposiciones LAS NAVES, Ajuntament de València.
- Tardif, J. (2006). L'évaluation des Compétences Documenter le Parcours de Développement. *Chenelière Education Édit.*, pp.43.
- The EIDD Stockholm Declaration* <http://www.designforalleurope.org/Design-for-All/EIDD-Documents/Stockholm-Declaration/>

