UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

ALCOI CUIEET XXVII congreso nacional 17-19 de junio 2019

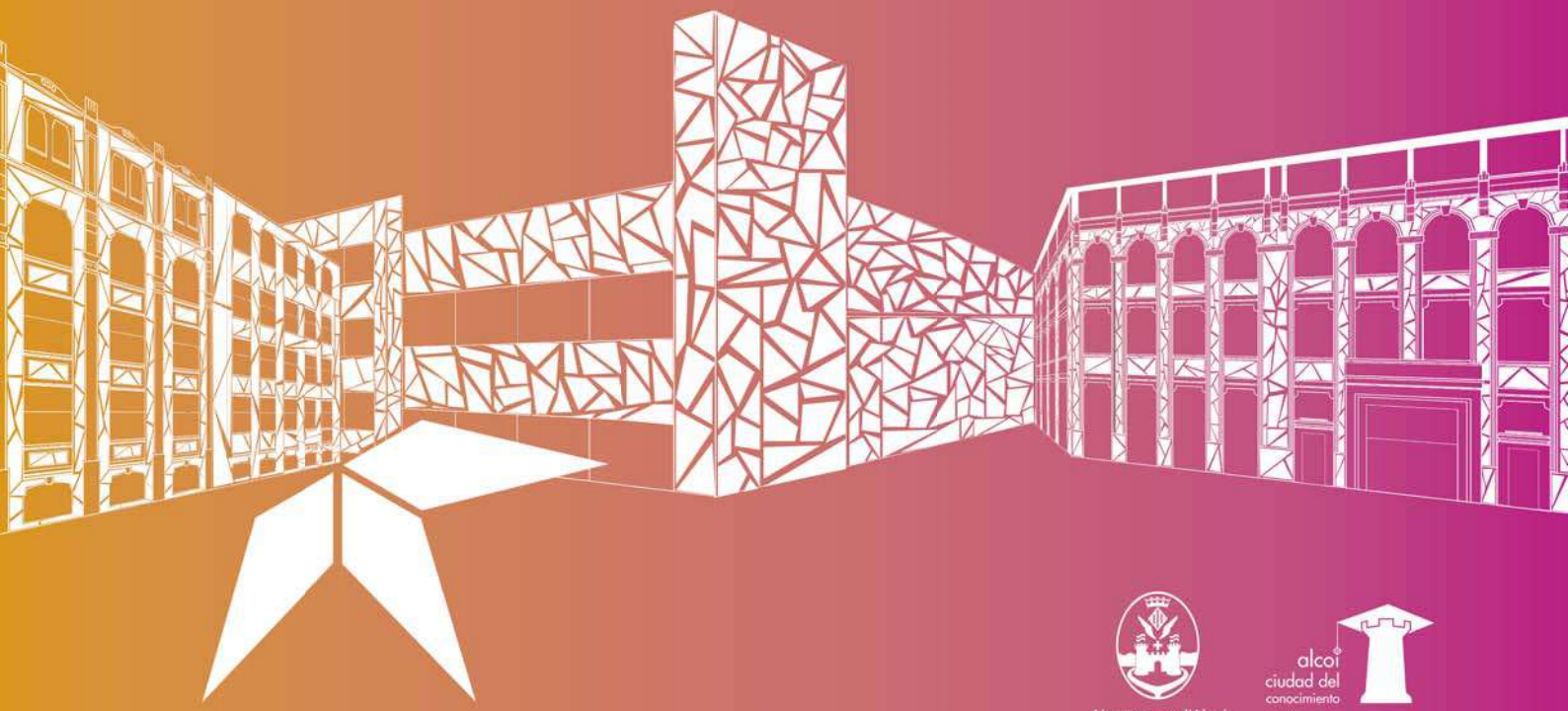
innovación + docencia + técnica

CONFERENCIA DE DIRECTORES DE ESCUELAS DE INGENIERÍA DE ÁMBITO INDUSTRIAL

ALCOI CUIEET

XXVII congreso nacional

innovación + docencia + técnica



Ajuntament d'Alcoi

alcoi ciudad del conocimiento

IBERIA renfe avis budget group iPYC SERPIS Mutua Levante SEGUROS

Libro de Actas

ACTAS

Vigesimoséptimo Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Alcoy

17-19 de Junio de 2019

Título

XXVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Editores:

Josefa Mula[1]

Manuel Díaz-Madroñero[1]

Raquel Sanchis[1]

Mª Ángeles Bonet[2]

Anna Aguilar[3]

[1]Departamento de Organización de Empresas

[2]Departamento de Ingeniería Textil y Papelera

[3]Instituto de Ciencias de la Educación

Universitat Politècnica de València
Escuela Politécnica Superior de Alcoy
Plaza Ferrándiz y Carbonell
03801 Alcoy (Alicante) – España

ISBN: 978-84-09-02970-9

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

Julio, 2019

PREFACIO

El Libro de Actas del XXVII CUIEET contiene las contribuciones presentadas en el Vigesimoséptimo Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (27 CUIEET) que se celebró del 17 al 19 de junio de 2019 en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy de la Universitat Politècnica de València.

El CUIEET es un foro de intercambio de experiencias y difusión de innovaciones en el campo de la educación superior y, especialmente, en el ámbito de la ingeniería. En esta ocasión, a través de sesiones plenarias, talleres, mesas redondas y presentación de comunicaciones se han abordado, principalmente, las metodologías de aprendizaje activas, la formación basada en competencias, la gamificación y el uso de la tecnología en el aula, el aprendizaje-servicio, la relación universidad-empresa, las relaciones internacionales y la calidad en las enseñanzas técnicas, con el objetivo de contribuir al desarrollo económico, profesional y social. Así, el programa académico ha contemplado las siguientes sesiones plenarias, mesas redondas y talleres:

PLENARIAS

- **Desafíos del Siglo 21 y la Educación Superior: 5 Maneras de Responder.** Ponente: Lueny Morell.
- **La universidad en el futuro de España.** Ponente: Roberto Fernández Díaz.
- **¿Qué es hoy "calidad" en los estudios de ingenierías?** Ponente: Guy Haug.

MESAS REDONDAS

- **Perspectivas de los sistemas de calidad en la Educación Superior**

Moderador: Virginia Vega Carrero
Ponentes: Juan Jaime Cano Hurtado
José Luis Martínez de Juan
Cristina Rodríguez Coarasa

- **El futuro de las enseñanzas técnicas en la era digital**

Moderadora: Virginia Vega Carrero
Ponentes: Ignacio Despujol Zabala
Faraón Llorens Largo
José Luis Verdegay Galdeano

TALLERES

- **La emoción en el aula. Un caso práctico de innovación docente**. Alejandro Rodríguez Villalobos.
- **Metodología de aprendizaje basado en proyectos**. Pedro Urteaga Elkoroiribe.
- **Generación espontánea: la manera de aprender haciendo en la UPV.** Carlos Ripoll Soler.
- **Éxito educativo y compromiso social a través del Aprendizaje Servicio. Experiencias en la UPV**. Álvaro Fernández Baldor Martínez.
- **Competencias Transversales y el desarrollo profesional continuo**. Alberto Martínez Sentana.

Nos gustaría agradecer a todos los que han enviado su trabajo al 27 CUIEET, porque dichos trabajos, después de su revisión y aceptación, constituyen el núcleo esencial y la razón de ser de este congreso. Adicionalmente, queremos agradecer la participación de los ponentes de sesiones plenarias, mesas redondas y talleres, cuya

presencia ha sido todo un honor para nosotros y ha contribuido a que el congreso se consolide como punto de encuentro y de intercambio de experiencias de gran relevancia. Asimismo, quisiéramos expresar nuestro reconocimiento al esfuerzo y dedicación de todas aquellas personas y, en especial, al Comité Organizador, que han hecho posible la organización del 27 CUIEET. Rendimos también tributo al Comité Científico, cuya supervisión ha asegurado la calidad de los artículos aceptados y presentados, a las instituciones y al Comité de Honor por su confianza y soporte.

Juan Ignacio Torregrosa López
Presidente

David García Sanoguera
Vice-Presidente

Josefa Mula Bru
Presidenta del Comité Científico

Alcoy, Julio de 2019

Comité Organizador

Presidente:

Juan Ignacio Torregrosa López

Vicepresidente:

David García Sanoguera

Comité Ejecutivo:

Antonio Arques Sanz
Begoña Cantó Colomina
Octavio Fenollar Gimeno
Vicent Fombuena Borrás
Vanesa Lo Iacono Ferreira
Modesto Pérez Sánchez
Lucas Santos Juanes

Vocales:

Teodomiro Boronat Vitoria
Ernesto Juliá Sanchís
Joan Antoni Martínez Cerver
Jaume Masiá Vañó
Néstor Montañés Muñoz
Ignacio José Montava Seguí
Rubén Pérez Llorens
Jordi Linares Pellicer
Marcos Pascual Moltó
Manuel Llorca Alcón
Jorge Gabriel Segura Alcaraz

Comité Científico

Comité Ejecutivo:

Josefa Mula Bru
Anna Aguilar Botija
Mª Ángeles Bonet Aracil
Manuel Díaz-Madroñero Boluda
Raquel Sanchis Gisbert

Vocales:

Rafael Balart Gimeno
Francisco José Boigues Planes
Ana Paloma Botella Trelis
Mª de los Angeles Calduch Losa
Andrés Camacho García
Francisco Campuzano Bolarín
Josep Capó Vicedo
Jose Alberto Conejero Casares
Maria Llanos Cuenca González
Joan Domingo Peña
Octavio Fenollar Gimeno
Amparo Fernández March
Santiago Ferrándiz Bou
Vicent Fombuena Borrás
Eloina García Félix
Luis Miguel García Raffi
David García Sanoguera
Fernando Giménez Palomares
Jarosław Górecki
Miguel Leiva Brondo

Vanesa Lo Iacono Ferreira
Juan López Martínez
María Fernanda López Pérez
Jaime Lora García
Petra Amparo López Jiménez
Juan Manuel Maqueira Marín
Francisco Javier Oliver Villarroya
Raúl Poler Escoto
José María Portela Núnez
Modesto Pérez Sánchez
Francisca Ramón Fernández
Mª Pilar Romero López
Lourdes Sánchez Nácher
Francisco Javier Sánchez Romero
Miguel Ángel Satorre Aznar
Francisca Sempere Ripoll
Keith Stuart
José Vicente Tomás Miquel
Margarita Valor Valor
Rosa Francisca Vercher Pérez
Anna Vidal Meló
José Vinaches Ramis

Comité de Honor

Ximo Puig Ferrer
Presidente Comunidad Valenciana

Francisco Mora Más
Rector de la UPV

Antonio Francés Pérez
Alcalde de la Ciudad de Alcoy

Juan José Domínguez Jiménez
Presidente de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería de Ámbito Industrial

Vicent Marzà Ibáñez
Conseller de Educación de la Comunidad Valenciana

José Manuel Pingarrón
Secretario General de Universidades

Josefina Bueno Alonso
Directora General de Universidad, Investigación y Ciencia de la Comunidad Valenciana

Miguel Soler Gracia
Secretario Autonómico de Educación

José Antonio Galdón Ruiz
Presidente COGITI

F. Alejandro Blasco Iborra
Colegio de Ingenieros de Informática de la Comunidad Valenciana

Antonio Martínez-Canales Murcia
Decano Colegio oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante

Francisco Menargues García
Decano Presidente Colegio de Economistas de Alicante

Índice

Aprendizaje servicio: formación del alumnado al servicio de la sociedad 21

Inclusión de la perspectiva de género en asignaturas del Grado en Ingeniería Mecánica. I. Tazo, A. Calleja, A. Boyano, A. Mesanza y S. Etxebarria 23

Aprendizaje activo y cooperativo en el laboratorio de Nanotecnología para realizar estructuras con electrospinning/electrospraying. C. Pavón, M. Aldas, H. De La Rosa y J. López-Martínez 31

Formación del alumnado del aula de la experiencia mediante prácticas en el Laboratorio de Contaminación Atmosférica. G. Márquez Martínez, A.M. Sánchez de la Campa Verdona, D. Sánchez-Rodas Navarro, E.M. Romero Macías, J.D. De la Rosa Díaz y N. Esquinas 39

Fomento de vocaciones tecnológicas en niños y jóvenes a través de laboratorios de fabricación (Fab Labs). C. Moreno-Díaz, C. Alía, Rosa Ocaña, J. Caja, P. Maresca, J. Narbón, S. Nuere, M. Merino, A. Sanchidrián y F. Gómez 47

Conciencia del compromiso social desde el primer día del grado. J. Fabregat 55

Estancia inversa para un proyecto en sostenibilidad. L. Gastón Bosch, L. Solano García y J. Orozco-Messana 63

Responsabilidad Social Corporativa e Ingeniería Industrial: Conceptos exigidos por la sociedad en los programas de formación. C. de Lama Burgos, C. Manzanares Cañizares y C. Gonzalez-Gaya 71

¿Cómo nos ven nuestros estudiantes y que sienten cuando les damos las clases? B. Amante y C. Amante 79

Fomento del Emprendimiento Social en estudios de Ingeniería Industrial. Un enfoque basado en el Aprendizaje-Servicio. E. Martínez-Caro, F. Campuzano-Bolarín y M.D. Aledo-Ruíz 87

Experiencias para fortalecer las relaciones internacionales y empresariales 95

Learning from BARCHcelona, an educational experience in the urban environment for incoming students of architecture studies within the Erasmus+ program. J.-L. Zamora-Mestre, R. Serra-Fabregà y M. Adroer-Puig 97

La Gestión de Prácticas en Empresas en la Escuela Superior Técnica de Ingeniería del Diseño. S. Cabrera García, E. Grimalt Navarro, A. Cabrera Martinez y S. Cabrera Ulloa. 105

Las Cátedras de Empresa en el Entorno Universitario: Cátedras de perfil técnico en la Universitat de les Illes Balears. M. Roca, J.L. Rosselló, V. Canals, E. Isern, V. Martínez-Moll, J. Muñoz, F. Forteza y A. Cladera 113

City lab as a tool to engage Erasmus students. Two experience seeking for sustainable solutions for the city. V. G. Lo-Iacono-Ferreira, M. R. Arroyo López, J.I Torregrosa López y T. Ruiz Sánchez 123

A Network to enhance International Cooperation for Research and Training on Nuclear Engineering between Universities and other Higher Education Institutions. J. Ródenas on behalf of the CHERNE Network 131

Visión de los alumnos extranjeros sobre las prácticas de laboratorio impartidas en la UPV por el DIMM. F. Salas Vicente, A. Vicente Escuder y M. Pascual Guillamón 139

Sistemas de gestión de compliance. Norma ISO 19600. Aplicación a un centro universitario. C. Manzanares Cañizares, C. de Lama Burgos y C. Gonzalez-Gaya 147

La docencia desde la perspectiva de la formación basada en competencias 155

Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del procesado y

caracterización de nanocomposites poliméricos basados en nanofases de carbono J. Sanes, AE. Jiménez y G. Ojados 157

Uso de la metodología "*Elevator Pitch"* para mejorar competencias transversales. C. Gaona 171

Replicación de resultados de investigación como recurso docente. F. Salas-Molina, D. Pla-Santamaria, A. Garcia-Bernabeu y F. Mayor-Vitoria 179

Ágora Internacional sobre Educación, Investigación y Empleo: Hablando de competencias. D. Carmona Fernández, M.A. Jaramillo Morán, J.L. Canito Lobo, F. Quintana Gragera, D. Rodríguez Méndez y J.P. Carrasco Amador 187

Enfoque cooperativo del trabajo fin de grado: experiencias tras 60 TFGs en el Laboratorio de Estructuras, EII, UVa. A. Lorenzana, Á. Magdaleno, A. Foces, J. M. García-Terán y J. Magdaleno .. 195

Hacia un modelo integral de desarrollo y evaluación de las competencias transversales en un Máster de Ingeniería de Telecomunicación. J. Unzilla, D. Guerrra, J. Lázaro, U. Irusta, M. Vélez, M. Higuero, E. Navas, J. Astorga, J. Igarza, C. Cuadrado y P. Angueira 203

Evaluación de la competencia transversal de pensamiento crítico en el contexto de la ingeniería mecánica. J. Giner-Navarro, A. Sonseca, J. Martínez-Casas, J.L. Suñer Martínez 211

Los proyectos ApS y el aprendizaje competencial del estudiante. S. Blanc-Clavero y D. Gil-Salom 219

Evaluación experimental de la Metodología Design Thinking en la mejora de la creatividad, trabajo en grupo y autoaprendizaje en Aplicaciones Gráficas de Diseño Indrustrial. S. Vega y P. Abad 227

Fomento de la metodología AICLE en estudios de Grado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva. M. García-Morales, J. Mora-Macías, J.L. Álvarez Macías, M.A. Delgado Canto, J.M. Domingo-Santos, J.C. Fortes Garrido, I. Garbayo Nores, D.A. López García, G. López Rodríguez, I. Martínez García, C. Roman, F. Segura Manzano,

J.L. Bosch Saldaña, D. Carvajal Gómez, A.A. Cuadri Vega, J.M. Dávila Martín, J.M. Enrique Gómez, F.G. Cuevas, S. Gómez Melgar, F. López Baldovín, G. Márquez Martínez, A. Mena Nieto, B. Millan, E. Moreno Cuesta, M.J. Moreno López, V. Pachón Álvarez, J. Pérez Torreglosa, C. Valencia Barragán y J. Mata Vázquez 235

Realización de una Actividad de Estática a través de la Metodología E.M.I. (English as Medium of Instruction) en el Grado en In-geniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. E. Juliá Sanchis, R. Galstyan Sargsyan, I. Calonge Segovia y M. Belda Torrijos..... 243

Competencias comunicativas y profesionales en las enseñanzas técnicas. Caso de estudio en el campus de Alcoy de la UPV. O. Polyakova, R. Galstyan Sargsyan, M. Pérez-Sánchez y R. Sanchis 251

Diseño de un Kit Modular para Mejorar el Aprendizaje de los Conceptos de Diseño para Ensamblaje (DFA). J. Serrano-Mira, G.M. Bruscas-Bellido, J.V. Abellán-Nebot, P. Rosado-Castellano y F. Romero-Subirón 263

Coordinación de Competencias Transversales en el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos en el Campus de Alcoy de la Universitat Politècnica de València. A. Jorda-Vilaplana y M. Valor Valor 271

Interpretación de la metodología DesignThinking aplicada a asignaturas de proyectos. C. Moreno-Díaz, C. Alía, D. Martínez, R. Ocaña, P. Bris, F. Bendito y J. Narbón 279

Un marco de tutela para el desarrollo de competencias transversales en el Trabajo de Fin de Grado (TFG). J.A. López-Gómez, A. Vizcaíno Barceló, Á. Carrasco García y F. Mata Cabrera..... 287

Implementación de prácticas no convencionales integrando competencias transversales en estudiantes de aeronáutica. A. Tiseira, L.M. García-Cuevas, P. Quintero y J. García-Tíscar ... 295

Metodología didáctica de los fenómenos de desequilibrio para la enseñanza de los sistemas eléctricos de potencia. P.A. Blasco, R. Montoya-Mira, J.M. Diez y R. Montoya 303

Práctica docente de modificación superficial de refuerzos para su uso en materiales compuestos. D. Garcia-Garcia, V. Fombuena, M.P. Arrieta y M.D. Samper..... 311

La competencia transversal "Pensamiento crítico" en la asignatura Matemáticas II en el Grado en Ingeniería en Diseño Indus-trial y Desarrollo de Producto de la ETS de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València. S. Cabrera García, A. Carrión García, A. Cabrera Martínez y S. Cabrera Ulloa..... 319

npS... no problems, Solutions: una metodología para llevar la revolución de las competencias al aula. D. Carmona Fernández, M.A. Jaramillo Morán, J.L. Canito Lobo, D. Rodríguez Méndez y A.C. Marcos Romero 327

Dialogando con Evelyn de educación y metodologías docentes en los estudios de grado y master. N. Montanes, L. Quiles-Carrillo, E. Gil-Chicano, L. Sanchez-Nacher y T. Boronat 335

La gamificación como estrategia docente 343

El reto de gamificar la resolución de pórticos planos mediante el método matricial. Á. Magdaleno González, M. Cacho Pérez, M.E. Requejo Arranz, J.C. del Caño Sánchez y A. Lorenzana . 345

Planteamiento de gamificación para una formación de *cinemática de sistemas mecánicos.* B. Amante, C. Romero-García, A. Coromines, J. Franch, D. Gragera, M.Vila y Ll. Marín..... 353

Mejora de los sistemas de calidad y evaluación de la docencia 363

Evolución y valoraciones del alumnado en el uso de las TIC en la asignatura Estadística del Grado en Ingeniería Informática. Á. Calduch-Losa y A. Veloso-Padilla 365

Aplicación del aprendizaje inverso, autoevaluación y coevaluación en Ingeniería Gráfica. J.P. Carrasco-Amador, J.L. Canito-Lobo, A. Marcos-Romero y D. Carmona Fernández..... 373

Influencia del tiempo disponible y usado en un examen online sobre la nota obtenida. F. Salas Vicente y A. Vicente Escuder381

Percepción del alumnado sobre el modelo pedagógico Flipped Classroom. J. López Soto, I. Herrero Bengoechea, P. Jimbert Lacha, M. Iturron-dobeitia Ellacuria y U. Llano Castresana..... 391

Implantación del Doble Grado en Ingeniería Mecánica y en Administración y Dirección de Empresas en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. I. Tazo, A. Mesanza, R. Delgado, E. Apiñaniz, J. Sancho, J.A. Ramos y J.M. Lopez-Guede 399

Propuesta de Programa Docente de Simulación de la Cadena de Suministro. J. Mula y F. Campuzano-Bolarin 407

Uso de evaluación continua para incrementar la motivación del alumnado en asignaturas de Ingeniería. M. Jiménez-Rosado, V. Pérez-Puyana, A. Romero C. Bengoechea y M. Felix..... 415

Relaciones entre las Competencias Matemáticas en el Programa PISA de la OCDE y las Competencias Transversales en el ámbito de la Universitat Politècnia de València. B. Cantó, R. Cantó y A.M. Urbano 423

Análisis organizativo de las paradojas de la evaluación de la calidad universitaria. I. Martrín Rubio y J.A. Lozano Ruiz 431

Metodologías que fomentan el aprendizaje activo del alumno: aprendizaje orientado a proyectos (AOP) y aprendizaje basado en problemas (ABP)..... 437

Del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) al Aprendizaje Basado en Retos (ABR). A. Ortega, J.M. Pastor y J. Llorca ... 439

Aplicación de la metodología PBL en las prácticas de Materiales para la Construcción. O. Fenollar, L. Quiles, V. Fombuena, D. García-Sanoguera y R. Balart 449

Evaluación y propuestas de mejora de asignaturas que aplican metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos. À. Leiva-Presa, V. Grau Torre-Marín, A. Amat, S.U. Khan, L. Benejam y C. Casas Arcarons 457

Una experiencia universitaria del aprendizaje basado en proyectos. S. Sempere Ripoll, M. Valor Valor. J.F. Pico Silvestre, E. Julia Sanchis y J. Perez Fuster. 465

Aplicación de la metodología "Aprendizaje Basado en Problemas" en la asignatura "Materiales ecoeficientes" para la obtención de un material biodegradable. M. Aldas, C. Pavón, M. D. Samper y M.P. Arrieta 473

Claves del éxito para superar las barreras en la implantación de lamet odología de Aprendizaje Basado en Proyectos. F. Sempere Ripoll y A. Rodriguez Villalobos 481

Una propuesta metodológica para el uso del aprendizaje basado en problemas en asignaturas de cálculo numérico. F. Giménez-Palomares, J.A. Monsoriu, A. Lapuebla-Ferri y A.-J. Jiménez-Mocholí 493

Experiencia y opinión del alumnado tras el uso de método Phillips 66, debates, visitas de campo y aprendizaje basado en proyectos como alternativa a las clases magistrales en el Grado de Ingeniería Química. V. Fombuena, S. C. Cardona, M.-F. López-Pérez y J. Lora 501

Oportunidades de innovación docente utilizando herramientas tecnológicas 509

Un proyecto de utilización de un software dinámico en actividades interdisciplinares dentro del ámbito de la geometría en asignaturas básicas en el grado de ingeniería civil. I. Eguia, M.J. García, E. Alberdi, P. Etxeberria, I. Alvarez 511

Implementación de aula invertida en la asignatura de Diseño de Procesos Químicos del Máster profesional en Ingeniería Industrial. J. Requies, V.L. Barrio, I. Agirre, E. Acha y K. Bizkarra 519

La instrucción por pares (PI) como herramienta para lograr un enfoque profundo en el estudio. M. Bonet-Aracil, J. Gisbert-Payá, E. Bou-Belda, I. Montava y P. Díaz-García 527

Aprendizaje colaborativo a través de Youtube. M. Muniz Calvente, A. Álvarez-Vázquez y F. Pelayo 535

Un laboratorio virtual para el estudio de las superficies regladas F. Giménez-Palomares, A. Lapuebla-Ferri, A.-J. Jiménez-Mocholí y J. A. Monsoriu 543

Propuesta de Actividades para Romper el Hielo y Favorecer la Integración de los Alumnos de Primer Curso en el Contexto Universitario. R. Sanchis, M. Díaz-Madroñero y M. Pérez-Sánchez 551

Aprendizaje de los fundamentos de la Electrónica Digital mediante metodología interactiva y uso de plataformas hardware para aprendizaje bottom-up. J. Monreal-Trigo, J. Manuel Terrés-Haro, J. Ibañez-Civera y L. Gil-Sánchez 559

Uso de aplicaciones informáticas en las prácticas de laboratorio en la asignatura de Sistemas Trifásicos. Sistemas eléctricos no conservativos. P.A. Blasco, R. Montoya-Mira, J.M. Diez y R. Montoya 569

Herramientas Anti Plagio al Alcance del Docente Universitario. R. Sanchis, M. Díaz-Madroñero, M. Pérez-Sánchez y R. Poler 577

El teléfono móvil en el laboratorio de Ingeniería Mecánica. J. Mora-Macías, A. Guerrero Gragero y F.J. Doblas Charneco 585

Aprendizaje servicio: formación del alumnado al servicio de la sociedad

Inclusión de la perspectiva de género en asignaturas del Grado en Ingeniería Mecánica

Inmaculada Tazo[a], Amaia Calleja[b], Ana Boyano[b], Amaia Mesanza[c], Saioa Etxebarria[b]
mariainmaculada.tazo@ehu.eus; amaia.calleja@ehu.eus; ana.boyano@ehu.eus; amaia.mesanza@ehu.eus; saioa.etxebarriab@ehu.eus

[a] Departamento de Máquinas y Motores Térmicos, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, Nieves Cano, 12, 01006, Vitoria-Gasteiz, (España)
[b] Departamento de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, Nieves Cano, 12, 01006, Vitoria-Gasteiz, (España)
[c] Departamento de Ingeniería Minera y Metalurgia y Ciencia de los Materiales, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, Nieves Cano, 12, 01006, Vitoria-Gasteiz, (España)

Abstract

In this Paper an Educational Innovation Project (EIP) that is being carried out at the Faculty of Engineering Vitoria-Gasteiz (Basque Country University, UPV/EHU, Spain) is introduced. One of the main objectives of the University is to train students so that their activity reverts into a service to the Society. The proposed innovation is to include the gender perspective in several core subjects of 3 º course of the Degree of Mechanical Engineering, based on the concepts of « provision » and « care ». Giving visibility to those women who have contributed to the development of the theoretical concepts or the practical methods that are developed in the subjects involved in the project; creating mixed working groups with the added value of diversity of viewpoints and ways of working; incorporating the influence that people can have on the different aspects that are studied in the subject.

Keywords: *Educational Innovation Project, Mechanical Engineering, gender, skills, women.*

Resumen

En este trabajo se presenta un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) que se está llevando a cabo en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (Universidad del País Vasco, UPV/EHU, España). Uno de los principales objetivos de

ISBN: 978-84-09-02970-9

la Universidad es formar al alumnado para que su actividad revierta en un servicio a la Sociedad. La innovación propuesta consiste en incluir la perspectiva de género en varias asignaturas troncales de 3ºcurso del Grado de Ingeniería Mecánica, en base a los conceptos de provisión y cuidado. Visibilizar aquellas mujeres que han contribuido al desarrollo de los conceptos teóricos o de los métodos prácticos que se desarrollan en las asignaturas implicadas; creación de grupos de trabajo mixtos con el valor añadido de la diversidad de puntos de vista y de formas de trabajar; incorporar la influencia que sobre las personas puedan tener los diferentes aspectos que se estudian en la asignatura.

Palabras clave: *Proyecto de Innovación Educativa, Ingeniería Mecánica, género, competencias, mujeres*

Introducción

La innovación propuesta en este proyecto consiste en incluir la perspectiva de género en varias asignaturas troncales de 3º curso del Grado de Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, tras realizar un diagnóstico de las mismas.

En los últimos años, el análisis de las titulaciones universitarias desde una perspectiva de género, el estudio del impacto del sexismo y las relaciones de género en la educación universitaria han adquirido un gran interés. (Acker, 2000; Pérez Sedeño, 2003; Arranz Lozano, 2004; Sagebiel & Dahmen, 2006). La perspectiva de género, se puede definir como el estudio de las construcciones culturales y sociales de los hombres y las mujeres, las cuales sirven para definir lo que se considera masculino y femenino. Este análisis pone el foco de atención en las desigualdades de poder entre hombres y mujeres (Scott, 2006).

El estudio y el análisis del género en el sistema de educación superior, y en particular en aquellos ámbitos más masculinizados, es necesario para tratar de eliminar cualquier forma de discriminación de la mujer. La contribución de la Universidad es fundamental para lograr formar personas que contribuyan a esa trasformación, desde el conocimiento de la situación y de las consecuencias.

La igualdad de género en la Universidad, queda recogida en diferentes leyes, así, en el preámbulo de *la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades*, modificada por la *Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril* se puede leer "el papel de la universidad como transmisora esencial de valores… [para] alcanzar una sociedad tolerante e igualitaria, en la que se respeten los derechos y libertades fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres". Más recientemente, la *Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* considera, en su preámbulo, que una de las medidas adecuadas para la ciencia del siglo XXI es "la incorporación del enfoque de género con carácter transversal".

ISBN: 978-84-09-02970-9

La baja participación de mujeres en estudios de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) se ha identificado como uno de los principales problemas que hay que resolver para eliminar la brecha de género que existe en el sector tecnológico. Aunque las mujeres han logrado avances importantes en su participación todavía están poco representadas en estos campos. Si se observan las cifras del último informe de *Datos y cifras del Sistema Universitario español correspondiente al curso 2015-16*, publicado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, el 54,1% del total de estudiantes universitarios son mujeres. (Ministerio de Educacion, Cultura y Deporte) La presencia de las mujeres es mayoritaria en todas las ramas, con excepción de las titulaciones técnicas. El porcentaje más alto de mujeres, el 69,4% está en la rama de Ciencias de la Salud y el más bajo, un 25,8% en las ramas de Ingeniería y Arquitectura. Estas cifras se han mantenido estables en los últimos 10 años.

Dentro del marco de la Universidad del País Vasco, UPV-EHU, al analizar las cifras de las titulaciones que se encuentran dentro de la rama Ingeniería y Arquitectura, se observan porcentajes muy diferentes en el alumnado femenino matriculado en el curso 2015/16 según el tipo de ingeniería, la sub-rama a la que pertenezca, lo nueva o tradicional que sea, etc. El porcentaje de alumnas matriculadas es menor en titulaciones vinculadas directamente a la profesión de ingeniero y en las antiguas titulaciones que en las más novedosas y no tan relacionadas con el mundo industrial, lo que podría considerarse cómo una segregación horizontal por género. Así por ejemplo titulaciones como Ingeniería Ambiental tienen un 57,84% de alumnas matriculadas, frente a Ingeniería Mecánica donde sólo se alanza el 14,62%, dato muy alejado de la media de la rama. (UPV/EHU Universidad del País Vasco, 2019).

Según algunas investigaciones (Buscatto & Marry, 2009; Brawner, 2012) la juventud cree que la igualdad entre hombres y mujeres ya existe. Este fenómeno se ha denominado espejismo de igualdad, y pretende explicar la presunta situación de igualdad formal que la sociedad percibe, pero que no se ajusta a la realidad. Por tanto, es fundamental despertar el interés en materia de género en el ámbito universitario. Diversos estudios sobre la materia coinciden en la ausencia de modelos femeninos en las ingenierías y en la tecnología y en el hecho de que los estereotipos sociales de género quedan patentes en la ingeniería al considerarla como una profesión masculina. (Bell, Spencer, Iserman, & Logel, 2003, Ramos, 2014)

Teniendo en cuenta todo esto, desde la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz se está llevando a cabo un PIE que permita avanzar en el logro de la igualdad de género. Así, realizado un diagnóstico del Grado desde la perspectiva de género, analizando las cifras de profesorado que imparte clase. Por otro lado, se han clasificado las competencias, tanto genéricas como transversales, que se desarrollan en las asignaturas consideradas, y los métodos de adquisición de las mismas. (Mora & Pujal, 2009; Mimbrero, Pallarés Parejo, & Guil Bozal, 2013) Una vez analizadas las competencias, y realizado el diagnóstico de igualdad de género, se actualizarán los contenidos y la metodología docente en las asignaturas implicadas en este proyecto. Con ese fin, se pretende incorporar actividades que proporcionen la perspectiva de género en el contexto de las asignaturas. Visibilizar aquellas mujeres que han contribuido al desarrollo de los conceptos teóricos o de los métodos prácticos que en ellas se desarrollan;

ISBN: 978-84-09-02970-9

creación de grupos de trabajo mixtos con el valor añadido de la diversidad de puntos de vista y de formas de trabajar; incorporar la influencia que sobre las personas puedan tener los diferentes aspectos que se estudian en la asignatura, y en este caso siempre que sea posible analizar si afecta de manera diferenciada o específica.

Objetivos de la propuesta de innovación

El objetivo general de este proyecto es incorporar la perspectiva de género en la docencia de varias asignaturas del 3º curso del Grado de Ingeniería Mecánica. Entre los objetivos específicos se encuentran: 1) Formar al equipo participante en este proyecto en estudios de género. 2) Realizar un diagnóstico de igualdad de género en el grado de ingeniería mecánica de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, considerando, por un lado, las cifras de alumnado y profesorado y, por otro lado, el currículo, analizando las competencias y la metodología de adquisición de las mismas, en base a los conceptos de cuidado y provisión. 3) Incorporar actividades que promocionen la perspectiva de género en el contexto de las asignaturas incluidas en este proyecto. 4) Modificar el contenido y las metodologías docentes para que tengan en cuenta la perspectiva de género y den visibilidad a las aportaciones hechas por las mujeres en dicho ámbito.

La incorporación de la perspectiva de género en los currículos es considerada como un factor que incide positivamente en la adquisición de los resultados de aprendizaje relacionados con el trabajo en equipo, el desarrollo de propuestas y la discusión de ideas, así como el poder valorar las soluciones desde un punto de vista de sostenibilidad social, considerando a las personas como objeto y sujeto de estudio. Se espera conseguir una influencia directa en la preparación académica de los y las estudiantes en su proceso de formación al proporcionarles nuevos elementos teóricos y metodológicos para la compresión de la realidad social.

Descripción del Proyecto de Innovación Educativa

El proyecto pretende seguir la línea del modelo IKD de enseñanza-aprendizaje, el cual es un modelo propio de la UPV/EHU, cooperativo, plurilingüe e inclusivo que pone su acento en que los y las estudiantes sean dueños y dueñas de su aprendizaje y con una formación integral, flexible y adaptada a las necesidades de la sociedad. Este proyecto está centrado en el alumnado a través de metodologías activas de cuidado para incluir en las asignaturas del tercer curso, la perspectiva de género, y, con el apoyo de las tecnologías de la información y comunicación, fomentando el aprendizaje en un contexto de enseñanza plurilingüe. Así, las asignaturas en las que se pretende aplicar lo planteado en el proyecto se imparten en castellano, euskera e inglés. El equipo de trabajo del PIE está formado por profesorado, personal de laboratorio de apoyo a la docencia y una alumna de dichas asignaturas en el primer año de desarrollo del mismo.

El proyecto está planteado en dos fases, que coincidirán con los cursos académicos en los que se desarrollará.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La primera fase se ha desarrollado en el curso 2017/18 y ha consistido en el planteamiento del proyecto, la formación del equipo y el diagnóstico de género de las asignaturas. En ese periodo las tareas realizadas son :

- Formación del equipo en estudios de género
- Evaluación de las competencias y metodologías y clasificación en cuidado/provisión
- Diagnóstico cuantitativo desde una perspectiva de género del profesorado que imparte clase en el curso 3º y del alumnado.
- Estudio cualitativo de las asignaturas, analizando las competencias transversales y la metodología de adquisición de las mismas en base a los conceptos de actividades de cuidado y de actividades de provisión.
- Análisis del lenguaje utilizado en los materiales que se trabajan en clase.

La segunda fase, que se está desarrollando a la largo de este curso académico 2018/19 consiste en la implantación de la perspectiva de género en las asignaturas, modificación del contenido y las metodologías docentes, dando visibilidad a las contribuciones de las mujeres en los conceptos teóricos o en los desarrollos prácticos que se estudian en las asignaturas y dando a conocer la problemática encontrada. Para ello:

- Durante el desarrollo de las asignaturas se ha proporcionado información a los y las estudiantes sobre el sistema de género y los problemas a él asociados.
- A lo largo de las asignaturas se han planteado una serie de problemas a resolver desde el punto de vista de la ingeniería en los que además de la viabilidad técnica de la solución tendrán que plantear la influencia social de la misma.
- Se ha logrado la paridad en las charlas de empresa que recibe el alumnado.
- Se ha integrado el saber de las mujeres y su contribución social e histórica.
- Está previsto una vez que termine el curso académico actual, modificar los materiales a emplear en las aulas y en las prácticas de laboratorio con el objetivo de utilizar un lenguaje inclusivo que evitará el masculino genérico en la medida de los posible.
- Se está desarrollando una publicación a partir del trabajo desarrollado en el PIE

Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras la realización de las tareas indicadas en la formulación del PIE.

Se ha realizado el diagnóstico cuantitativo, analizado el número de profesores y profesoras que hay en cada uno de los departamentos en la Escuela de Ingeniería de Vitoria, y quienes imparten docencia en las asignaturas del 3º curso del Grado en Ingeniería Mecánica. En el 3º curso del Grado en Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ingeniería imparten docencia cuatro departamentos: Ingeniería Mecánica (D145), Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería (D136), Ingeniería Nuclear y Mecánica de Fluidos (D149), y Máquinas y Motores Térmicos (D148).

Tabla 1. Presencia de Mujeres en el 3º curso de Ingeniería Mecánica, curso 2018/2019

ISBN: 978-84-09-02970-9

Departamento	Profesoras departamento	% departamento	Profesoras 3º castellano	Profesoras 3º euskera
D145	4	40%	0	4
D136	0	0%	0	0
D149	1	25%	0	0
D148	1	33%	1	1

Tal y como se indica en la Tabla 1, los departamentos que imparten docencia en el curso 3º son claramente masculinos en número, ya que en ninguno de ellos se alcanza el 50% de presencia femenina, además, tanto en Ingeniería Mecánica como en Ingeniería Nuclear y Mecánica de Fluidos, una de las profesoras se encuentra con un contrato de asociada a tiempo parcial. Es llamativo que el alumnado que cursa su titulación en castellano tiene únicamente una profesora como docente, frente al alumnado en euskera en el que ha excepción de dos asignaturas todas las demás son impartidas por mujeres. Esto tiene influencia en las relaciones sociales que se establecen entre el alumnado y el profesorado.

Se han analizado las competencias de las asignaturas que conforman el PIE y se ha considerado que unas competencias son más apropiadas para la realización de actividades de cuidado que socialmente han sido a tribuidas a mujeres y otras para las actividades que provisión que socialmente han sido atribuidas a los hombres (Izquierdo, 2102). Las competencias instrumentales lingüísticas, interpersonales, y sistémicas personales de apertura son normalmente atribuidas a las actividades centradas en las necesidades de las persona (cuidado). Las competencias instrumentales cognitivas, instrumentales técnico-científicas y las sistémicas personales de impacto, son consideradas por lo general propias de aquellas actividades de elaboración y provisión de recursos, y de control del entorno (provisión).

Tras el análisis, se observa que el 88% de las competencias genéricas trabajadas son de provisión, esto es, cercanas al estereotipo masculino, frente al 29% en el caso de las competencias transversales. Por ello, una de las acciones para conseguir la igualdad es fomentar la utilización de metodologías activas para la adquisición de las competencias de cuidado, tanto en el caso de las competencias genéricas como de las trasversales.

Con el objetivo de utilizar un lenguaje inclusivo que evitará el masculino genérico, se han revisado las guías del alumnado de las asignaturas, tomando como referencia la "Guía de uso inclusivo del Castellano" publicada por la Dirección de Igualdad de la UPV/EHU. Se ha repartido entre el alumnado la "Guía rápida de uso inclusivo del lenguaje" para que lo consideren en la relación de los informes que tengan que redactar. Para las asignaturas en euskera se ha utilizado la guía "*Euskararen Erabilera Inklusiboa*".

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

Para integrar el saber de las mujeres y su contribución social e histórica, se han incluido en los materiales que se imparten en las asignaturas las aportaciones entre otras de Emily Warren, Olive Dennis y Margaret Ingels. En paralelo a esta actividad y para dar visibilidad a las mujeres ingenieras, durante el mes de marzo, se difundió a través de las redes sociales de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, un concurso en el que se planteaban tres preguntas sobre mujeres cuya contribución a las titulaciones de impartición en la misma fueran relevantes.

Conclusiones

En este trabajo se presenta un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) en su segundo año de implantación que se está llevando a cabo en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (Universidad del País Vasco, UPV/EHU), el cual tiene por objeto la inclusión de la perspectiva de género en el 3º curso del Grado en Ingeniería Mecánica que se imparte en dicho centro. El diagnóstico por género de la situación refleja un ambiente masculino en las aulas, tanto por el número de profesores que imparten clase, como por el número de alumnos en las mismas. Además, del análisis de las competencias se puede establecer que la titulación está centrada en su mayoría en actividades de provisión, cuyo objetivo es la consecución del logro y no en actividades de cuidado, centradas en cubrir las necesidades de las personas.

Se ha conseguido dar a conocer al alumnado la contribución de las mujeres en los ámbitos técnicos de las asignaturas que participan en el PIE, así como la necesidad de valorar no sólo criterios técnicos sino también humanos a la hora de escoger la solución óptima a un problema. Gracias a la difusión en las redes sociales y en la página web de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, este PIE ha contribuido a visibilizar las contribuciones de las mujeres en campos tecnológicos, una labor muy necesaria para aumentar el número de ingenieras.

Agradecimientos

Este PIE cuenta con el apoyo financiero de la convocatoria competitiva de Proyectos de Innovación Educativa 2018-2019 del Servicio de Asesoramiento Educativo, Vicerrectorado de Calidad e Innovación Docente de la UPV/EHU.

Referencias

Acker, S. (2000). *Género y Educación: Reflexiones Sociológicas sobre mujeres, enseñanzas y feminismo.* Madrid: Narcea.

Arranz Lozano, F. (2004). Las muejres y la universidad española: estructuras de dominación y disposiciones feminizadas den el profesorado universitario. *Política y Sociedad*, 223-242.

Bell, A. E., Spencer, S. J., Iserman, E., & Logel, C. E. (2003). Stereotype Threat and Women´s Performance in Engineerig. *Journal of Engineering Education*, 307-312.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Brawner, C. (2012). Women in Industrial Engineering: Stereotypes, Persistence annd perspectives. *Journal of Engineering Education*, 288-318.

Buscatto, M., & Marry, C. (2009). « Le plafond de verre dans tous ses éclats ». La féminisation des professions supériurs au XXe siècle. *Sociologuie du travail*, 170-182.

Izquierdo, M. J. (2102). Justiciay calidad en las instituciones universitarias. En I. Perdomo, & A. Puy, *Género, Conocimiento e Investigación* (págs. 58-66). Madrid: Plaza y Valdes SL.

Mimbrero, M. C., Pallarés Parejo, S., & Guil Bozal, R. (2013). Competencias implicadas en la empleabilidad. una propuesta desde la igualdad de género. *Faces de Eva*, 55-71.

Ministerio de Educacion, Cultura y Deporte. (s.f.). *Datos y Cifras del sistema universitario español.* Obtenido de Ministerio de Educacion, Cultura y Deporte: http://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/universitaria/datos-cifras.html

Mora, E., & Pujal, M. (2009). Introducción de la perspectiva de género en la docencia universitaria. *Univest 09*, (págs. 1-15). Gerona.

Pérez Sedeño, E. (2003). *La situación de la Mujeres en el sistema educativo de ciencia y tecnología en España y su contexto internacional.* Madrid.

Ramos, M. D. (2014). La constucción cultural de la feminidad en España. Desde el fiin del siglo XIX a los locos y politizados años veinte y treinta. En M. Nash, *Feminidades y Masculinidades. Arquetipos y Prácticas de género.* Madrid: Alianza Editorial.

Sagebiel, F., & Dahmen, J. (2006). Masculinities in organizational cultures in engineering education in Europe: results of the European Union project WomEng. *European Journal of Engineering Education*, 5-14.

Scott, J. W. (1996). El género: una categoría útil para el análisis histórico. En M. Lamas, *El género: la construcción cultural de la diferencia sexual* (págs. 265-302). Mexico: PUEG.

UPV/EHU Universidad del País Vasco. (2019). *Portal de Transparencia de la UPV/EHU*. Obtenido de https://www.ehu.eus/es/web/gardentasun-ataria

ISBN: 978-84-09-02970-9

Aprendizaje activo y cooperativo en el laboratorio de Nanotecnología para realizar estructuras con electrospinning/electrospraying

C. Pavón[a], M. Aldas[a,b], H. De La Rosa[a] y J. López-Martínez[a]
crisppavonv@gmail.com; miguel.aldas@epn.edu.ec; hardela@epsa.upv.es; jlopezm@mcm.upv.es

[a] Instituto de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València, 03801, Alcoy-Alicante, España
[b] Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, 170517, Quito, Ecuador

Abstract

In this work, we discuss the application of an active and collaborative teaching strategy in the development of a practice in the laboratory class of Nanomaterials, for first-year students of the Master Degree in Engineering, Processing and Characterization of Materials, as an alternative to a conventional demonstration class. The practice was developed in three sessions and the students were divided into random groups with a coordinator chosen by the teacher. Therefore, the responsibility for learning and making decisions was clearly delegated to the students; meanwhile the teacher was in charge of clarifying any doubts. In addition, a demonstrative class took place, where the notes with technical information about the use of the equipment and the parameters of control were given. The objective of the practice for the students was to establish their own hypotheses to determine if they were able to create their own knowledge and to predict the results to be achieved. An improvement was observed in the grades and in the critical abilities of the students, compared with a previous course who learned in a conventional class. These results demonstrates the effectiveness of the active and collaborative strategy.

Keywords: *active learning, collaborative class, laboratory class, colophony, nanomaterials, electrospinning*

Resumen

En el presente trabajo se evalúa la aplicación de una estrategia de enseñanza activa y colaborativa en el desarrollo de una práctica en el laboratorio de Nanomateriales para estudiantes del primer año del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales como alternativa a una

ISBN: 978-84-09-02970-9

clase demostrativa convencional. La práctica se llevó a cabo en tres sesiones y se dividió a los estudiantes en grupos aleatorios con un coordinador elegido por el profesor. De esta manera, la responsabilidad del aprendizaje y de tomar decisiones fue delegada netamente a los alumnos, mientras que el profesor era el encargado de resolver dudas. Se realizó una clase demostrativa y se entregó un guion con información técnica sobre el uso del equipo y los parámetros de control. El objetivo de la práctica era que los alumnos establezcan sus propias hipótesis para determinar si eran capaces de crear su propio conocimiento y de predecir los resultados a obtener. Se observó una mejora tanto en las calificaciones como en las habilidades críticas de los estudiantes, comparados con un curso anterior que había aprendido en una clase convencional, lo que demostró la eficacia de la estrategia activa y colaborativa.

Palabras clave: *aprendizaje activo, clase colaborativa, laboratorio, colofonia, nanomateriales, electrospinning*

1. Introducción

En este trabajo, se propone el uso de estrategias activas y colaborativas de aprendizaje en una clase práctica de laboratorio. Es en este ambiente que, según Hass (2009), proporciona las condiciones necesarias para entender los conceptos que no se pueden ilustrar en las clases convencionales o demostrativas (Hass, 2009). Además la interacción entre los alumnos ayuda a mejorar la experiencia de aprendizaje y a desarrollar nuevas habilidades, permitiendo que puedan crear nuevos métodos para entender y aplicar la información recibida, y a la vez hacerse responsables por los resultados alcanzados (Hass, 2009; Romanas V. Krivickas, 2007).

Se debe tener en cuenta que todavía existe el reto de adaptar las clases prácticas en un laboratorio a la enseñanza, sin que estas se conviertan en clases convencionales (Hofstein y Lunetta, 2008). Por esto, se debe considerar que el desarrollo de conocimientos a partir de experiencias prácticas es un proceso complejo, por lo que si se desea obtener resultados satisfactorios es necesario proveer suficiente tiempo, tanto para la interacción como para la reflexión de las ideas en el laboratorio, lo que generalmente no se hace; y el laboratorio se convierte en una actividad técnica que no permite la oportunidad de expresar los conocimientos o descubrimientos que realiza el estudiante (Hofstein y Lunetta, 2008). En este contexto, lo que se busca en este estudio es que los estudiantes tomen el rol de científicos capaces de desarrollar hipótesis, tomar decisiones que les permitan realizar experimentos y a partir de estos recolectar datos y analizarlos, con experimentos simples, de manera que no es necesario contar con materiales costosos o configuraciones complicadas (Beichner et al., 2004).

En la materia de Nanotecnología, que se dicta a los estudiantes del primer año del Máster Universitario de Ingeniería Procesado y Caracterización de Materiales, se propuso implementar una serie de prácticas de laboratorio que permitieran que los alumnos trabajen con

ISBN: 978-84-09-02970-9

nanomateriales y que mediante procesos experimentales puedan obtener estructuras a escala micro o nano, basándose en resultados de investigaciones anteriores y en los conceptos proporcionados en clase teórica. El método experimental seleccionado para la síntesis de nanoestructuras es el electrospraying y electrospinning que son procesos electrohidrodinámicos que se usan para fabricar esferas o fibras a micro o nano escala, a partir de la aplicación de un campo eléctrico de alta potencia a una solución polimérica cargada eléctricamente (Jaworek et al., 2009).

2. Trabajos Relacionados

Modell, Michael, Adamson, y Horwitz (2004), analizan el efecto de la aplicación de tres enfoques diferentes para llevar cabo una práctica en el laboratorio de fisiología respiratoria, sobre la capacidad de los estudiantes para reparar un modelo defectuoso. Los tres enfoques fueron: predictor sin verificación, predictor con verificación, y grupo de intervención del instructor, y se determinó que el grupo de intervención del instructor presentaba mejores resultados (Modell, Michael, Adamson, y Horwitz, 2004).

Por su parte, Michael (2006), muestra el efecto de nuevos enfoques de enseñanza y aprendizaje en grupos de comunidades científicas, y el estudio se centra en la fisiología (Michael, 2006). Por otro lado, Hass (2009), aplica la estrategia de aprendizaje activo y colaborativo a lo largo del semestre en el laboratorio de química orgánica y se compara los resultados de aprendizaje con aquellos obtenidos por grupos que trabajan con un enfoque tradicional de enseñanza en el mismo laboratorio. Con esta técnica Hass demostró que, a nivel académico, no existen resultados estadísticamente significativos a corto plazo. Sin embargo, se observaron resultados no cuantificables como mayor preparación de los estudiantes, aumento en el nivel de confianza entre compañeros y apertura para realizar las actividades. Hass además mención que la implementación de la estrategia es sencilla y que no se sacrifica el aprendizaje de los estudiantes (Hass, 2009).

Finalmente, Baek et al. (2011), analizan las condiciones necesarias para preparar microfibras de resina de pino mediante el método de electrospinning, cuyos datos fueron la base de las prácticas realizadas en este trabajo (Baek et al., 2011).

3. Metodología

3.1. Implementación de la estrategia de aprendizaje activo y colaborativo

Se realizó un experimento de laboratorio en tres sesiones prácticas, con grupos asignados de manera aleatoria. Además, en cada grupo el profesor seleccionó para cada sesión un estudiante que cumpliera las funciones de coordinador de experimento, que serían quienes se

ISBN: 978-84-09-02970-9

comunicaran de forma directa con el profesor para solucionar problemas de conceptos o experimentales que se presentaran. Las actividades realizadas en cada sesión se indican a continuación:

En la sesión 1 se dictó una clase teórica, que consistió en una explicación del método a utilizar con los parámetros de control, y la entrega de una guía didáctica con la información técnica del trabajo a realizar. Luego, una clase demostrativa para mostrar la forma en que el instructor realiza el experimento, de manera que puedan obtener patrones de las acciones antes de llevar a cabo el experimento (Michael, 2006). Además, se permitió que los coordinadores manipulen el equipo para que se familiaricen con los componentes. Finalmente, se tuvo un espacio para el análisis y discusión en grupos y preparación de materiales, para permitir el análisis y reflexión de la información proporcionada con el fin de que cada grupo diseñe el experimento variando los parámetros que considerarán necesarios.

En la sesión 2 se trató la elaboración del experimento, donde se permitió el uso del equipo de electrospraying a los diferentes grupos, con un tiempo máximo de 45 min por grupo, para realizar el experimento de acuerdo a las condiciones fijadas en la sesión anterior.

En la sesión 3 se llevó a cabo el análisis de resultados. Se entregó a cada grupo los resultados obtenidos mediante el experimento que diseñaron y se les pidió realizar un informe para analizar la influencia de los parámetros aplicados sobre la información recolectada.

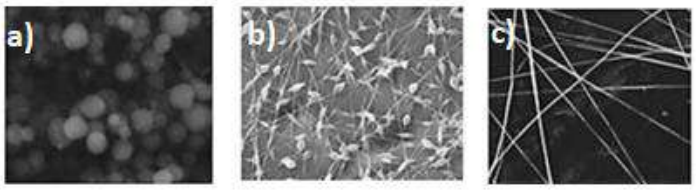
Al final de las sesiones se realizaron dos evaluaciones, una evaluación cualitativa para determinar el nivel de aceptación de los estudiantes con la estrategia empleada, y otra evaluación cuantitativa, con el fin de determinar el efecto del aprendizaje activo y cooperativo con la capacidad de adquirir conocimientos. Esta última evaluación se comparó con los resultados de la enseñanza con los obtenidos en el año anterior, en el cual se realizó únicamente una clase demostrativa.

3.2. Metodología del trabajo a realizar

Se entregó a cada grupo los resultados obtenidos en una investigación previa y se les indicó las condiciones de trabajo que se emplearon, las cuales fueron: voltaje de 20 kV, flujo de 1 μL/min); y, distancia aguja-plato de 15 cm. Con estas condiciones, se obtiene una combinación de estructuras, entre ellas esferas y filamentos. Por tanto, el objetivo de la práctica era encontrar las condiciones para obtener una sola estructura completamente diferenciada.

Para esto se proporcionó información sobre los parámetros que los estudiantes podían variar en el proceso y los resultados que según la teoría se podrían obtener al variar los parámetros. Dependiendo del efecto que tenga el cambio de parámetro en el proceso se pueden obtener tres tipos de estructuras que son: esferas, filamentos o una mezcla de ellos que se conoce como perlas. En la Figura 1 se observa cada tipo se estructura indicada. Cabe destacar que en ningún caso es deseable obtener estructuras como perlas.

ISBN: 978-84-09-02970-9



Modificado de: (Zhenyu y Ce, 2015)

Figura 1. Estructuras que se pueden obtener mediante las técnicas de electrosprayin/electrospinning. a) esferas, b) perlas y c) filamentos

En el experimento, los alumnos podían variar el voltaje aplicado, el flujo de alimentación de la solución y la distancia entre la aguja y el recolector. En la Tabla 1 se indica los tipos de estructuras que en teoría se pueden obtener por electrospinning/electrospraying con cada variación resultante de los parámetros del proceso.

Tabla 1. Parámetros de control del proceso y posibles resultados

Parámetro	Tipo de variación	Resultado
Voltaje	Muy alto	Esferas/perlas
	Alto	Filamento
	Bajo	Perlas
Flujo	Altas	Perlas
	Bajo	Filamento
	Muy bajas	Esferas
Distancia aguja-recolector	Alta	Esferas
	Bajas	Filamentos
	Muy baja	Perlas

Modificado de: (Bhardwaj y Kundu, 2010; Zhenyu y Ce, 2015)

3.3. Metodología de la práctica de laboratorio

En el estudio se empleó una matriz de colofonia (Luresa Resinas SL, Coca-Segovia), cargada con nanopartículas de plata (Sigma Aldrich, China), tierra de diatomeas (Sigma Aldrich, Estados Unidos) y nanoarcilla de halloysita (Sigma Aldrich, Estados Unidos). Como solvente principal se empleó diclorometano (Sigma Aldrich, 99.8% de pureza) y como alternativo cloroformo (Panreac). Se prepararon soluciones de colofonia al 60% en diclorometano y al 45% en cloroformo (Woo-il, Baek; R., Nirmala; Nasser, Barakat; Mohamed, El-Newehy; Al-

ISBN: 978-84-09-02970-9

Deyab, Salem; Hak, 2011). Luego, se agregaron las nanopartículas y se agitaron durante 24 h a temperatura ambiente.

Se ensambló el equipo que comúnmente consta de cuatro componentes principales, que se detallan a continuación: i) Fuente de alto voltaje (1-30 kV), ii) Aguja de acero inoxidable, iii) Bomba de jeringa, y iv) Recolector metálico con conexión a tierra, que pude ser una placa plana o un tambor giratorio (Haider, Haider, y Kang, 2018). Sobre la placa de recolección se colocó papel aluminio para facilitar la recolección de las microestructuras. Se ajustaron los parámetros del proceso, la distancia desde la aguja al recolector (15 cm), y los parámetros de la bomba: diámetro de la jeringa (9,40 mm) y el flujo de trabajo. Se llenaron dos jeringas con la solución polimérica. La primera se usó para limpiar y llenar la manguera y la segunda se colocó en la bomba para realizar el electrospraying u electrospinning. Se conectó la fuente al sistema (polo positivo-aguja, polo negativo-plato). Se limpió la punta de la aguja y se activó la bomba. Se comprobó el correcto funcionamiento del equipo, se cerró el circuito eléctrico y se ajustó la diferencia de potencial deseada. Todo el trabajo se realizó dentro de la campana de extracción.

4. Resultados

4.1. Resultados de la aplicación de la estrategia de aprendizaje activo y colaborativo

En la evaluación final realizada a los estudiantes, se comprobó que el conocimiento adquirido por lo estudiantes resulto ser más sólido al aplicar la estrategia de aprendizaje activo y colaborativo, además se observó una mayor nivelación de conocimientos. Sin embargo, cabe mencionar que con la estrategia colaborativa no es posible realizar una evaluación individual del trabajo en laboratorio.

Por un lado, se observó que la interacción entre los miembros de los grupos ayudó a disminuir el número de preguntas sobre el mismo tema y permitió que los estudiantes se desenvuelvan de forma independiente en el laboratorio, lo que aumentó su confianza, de manera que se requirió menos apoyo del profesor. Por otro lado, como establece Hass (2009), los miembros de grupo y coordinadores inicialmente se evaluaron de forma positiva entre ellos, pero a medida que avanzaron las sesiones, las calificaciones entre ellos fueron disminuyendo, lo que indica que los estudiantes se sentían en mayor confianza para expresar opiniones negativas (Hass, 2009). Este detalle debería tomarse en cuenta para evitar problemas internos.

Además, los coordinadores fueron capaces de seguir las instrucciones de manera sencilla, y los miembros de grupo apoyaron sus decisiones fácilmente. Modell et al. (2004), indican a que esto se debe a que los estudiantes sentían que el coordinador se encontraba preparado y lo percibían como un “experto” en el tema (Modell et al., 2004).

Se determinó además que los estudiantes eran capaces de realizar hipótesis sobre su experimentación en las discusiones de grupo, pero les resultaba más difícil realizar las predicciones

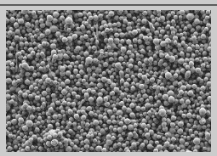
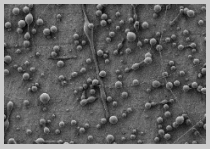
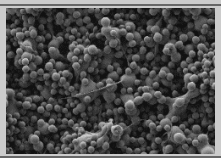
ISBN: 978-84-09-02970-9

cuando debían escribirlas por si solos. Esto puede darse debido a que una discusión verbal aporta condiciones necesarias y el tiempo para que analicen y piensen en una respuesta lógica (Modell et al., 2004).

4.2. Resultados de la práctica de laboratorio

En la Tabla 2 se presentan los resultados de la práctica de laboratorio, se puede observar que ningún grupo varió la distancia aguja plato pues como indican Bhardwaj y Kundu (2010), el efecto que este parámetro tiene sobre la estructura obtenida no es tan significativo como los otros parámetros (Bhardwaj y Kundu, 2010).

Tabla 2. Resultados esperados y obtenidos por cada grupo con la variación de distintos parámetros

Grupo/objetivo	G1/esferas	G2/filamentos	G3/esferas
Voltaje (kV)	15	20	20
Flujo (µL/min)	1	0.5	5
Distancia (cm)	15	15	15
Resultado			

Es importante notar que, aunque no se alcanzaron completamente los resultados esperados, se puede ver que existen diferencias entre el estudio inicial y los resultados obtenidos por cada grupo. Para poder obtener resultados técnicos más satisfactorios, es necesario realizar un mayor número de experimentos, ya que además de las bases teóricas, cada experimento tiene sus particularidades. En este caso, dentro de cada proceso y cada solución polimérica, la forma y tamaño óptimo de los productos obtenidos no se puede predecir a partir de los parámetros del líquido, tan solo se puede tener una idea a partir de resultados experimentales (Jaworek, 2007). Además, los rangos de viscosidad para trabajar con cada polímero u oligómero son diferentes (Zhenyu y Ce, 2015).

5. Conclusiones

La aplicación de la estrategia de aprendizaje activo y colaborativo se aplicó de forma satisfactoria en el laboratorio de Nanotecnología para los estudiantes del primer año del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales. Se determinó que con esta estrategia se obtuvo mejores resultados que con las técnicas tradicionales de enseñanza, en términos de adquisición y construcción de conocimientos. Además, se mejoró el

ISBN: 978-84-09-02970-9

desempeño en las calificaciones finales. Aunque, desde el punto de vista técnico, es necesario realizar un mayor número de pruebas para verificar la eficacia de la estrategia de aprendizaje activo y colaborativo, es importante señalar que se debe reformar la manera de enseñanza, promoviendo un aprendizaje más activo. De esta manera, cada estudiante será el encargado de adaptar los conocimientos entregados a su estilo particular de aprendizaje. Cabe mencionar que el aprendizaje colaborativo beneficia a las habilidades críticas y comunicativas de los estudiantes, favoreciendo sus relaciones interpersonales.

Referencias

Baek, W. Il, Nirmala, R., Barakat, N. A. M., El-Newehy, M. H., Al-Deyab, S. S., y Kim, H. Y. (2011). Electrospun cross linked rosin fibers. *Applied Surface Science*, *258*(4), 1385-1389. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2011.09.082

Beichner, R., Bruns, P., Chang, A., DeHaan, R., Ebert-May, D., Gentile, J., … Wood, W. B. (2004). Scientific teaching. *Science*, *304*(5670), 521-522.

Bhardwaj, N., y Kundu, S. C. (2010). Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique. *Biotechnology Advances*, *28*(3), 325-347. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2010.01.004

Haider, A., Haider, S., y Kang, I. (2018). A comprehensive review summarizing the effect of electrospinning parameters and potential applications of nanofibers in biomedical and biotechnology. *Arabian Journal of Chemeitry*, *11*(8), 1165-1188. https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2015.11.015

Hass, M. (2009). Student-Directed Learning in the Organic Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, *77*(8), 1035. https://doi.org/10.1021/ed077p1035

Hofstein, A., y Lunetta, V. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, *88*(1), 28-54. https://doi.org/10.1002/sce.10106

Hofstein, A., y Lunetta, V. (2008). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, *52*(2), 201-217. https://doi.org/10.3102/00346543052002201

Jaworek, A. (2007). Micro- and nanoparticle production by electrospraying. *Powder Technology*, *176*(1), 18-35. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2007.01.035

Jaworek, A., Krupa, A., Lackowski, M., Sobczyk, A. T., Czech, T., Ramakrishna, S., … Pliszka, D. (2009). Electrospinning and electrospraying techniques for nanocomposite non-woven fabric production. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, *75*(4), 77-81.

Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, *30*(4), 159-167. https://doi.org/10.1152/advan.00053.2006

Modell, H. I., Michael, J. A., Adamson, T., y Horwitz, B. (2004). Enhancing active learning in the student laboratory. *Advances in Physiology Education*, *28*(3), 107-111. https://doi.org/10.1152/advan.00049.2003

Romanas V. Krivickas. (2007). Laboratory Instruction in Engineering Education. *Global J. of Engng. Educ.*, *11*(2).

Zhenyu, L., y Ce, W. (2015). Effects of Working Parameters on Electrospinning. En *One-Dimensional nanostructures* (Vol. 32, pp. 36-44). https://doi.org/10.1007/978-3-642-36427-3

ISBN: 978-84-09-02970-9

Formación del alumnado del aula de la experiencia mediante prácticas en el Laboratorio de Contaminación Atmosférica

Márquez Martínez G.*, Sánchez de la Campa Verdona A.M., Sánchez-Rodas Navarro D., Romero Macías E.M., De la Rosa Díaz J.D., Esquinas N.
*gonzalo.marquez@diq.uhu.es

Universidad de Huelva (Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Campus El Carmen, 21071, Huelva)

Abstract

In this project developed from February to April 2019, it has been intended that the students of the Experience Classroom take contact with the social problem of the air quality in our environment; firstly by visiting an urban monitoring station (Campus El Carmen) in the city of Huelva. Later, by observing in detail in the "Atmospheric Pollution Laboratory" of the University of Huelva -and even participating- in some of the analysis of potential contaminants present in the atmospheric particulate material (PM10), from previously obtained aerosol samples. The analysis of trace elements was carried out using techniques such as inductively coupled plasma mass spectrometry. Taking into account the results obtained, it is concluded that there are relatively high concentrations of arsenic (As) in PM10, although below the annual average limit according to the European Directive. This project has been very useful for professors and students to take advantage of the potential of service learning, specifically about environmental problems.

Keywords: *Service learning, Experience Classroom universitary program, air quality, environmental engineering*

Resumen

Con este proyecto, desarrollado en el intervalo que va desde febrero a abril de 2019, se ha pretendido que el alumnado del Aula de la Experiencia tome contacto con la problemática social de la calidad del aire en nuestro entorno; primeramente visitando la estación de monitoreo de tipo urbano ubicada en el Campus El Carmen de Huelva y, a posteriori, observando en el "Laboratorio de Contaminación Atmosférica" de la Universidad de Huelva de primera mano -e incluso participando- en algunos de los análisis de potenciales contaminantes presentes en el material particulado atmosférico (PM10), a partir de muestras de aerosol obtenidas con anterioridad. El análisis de elementos traza se realizó utilizando técnicas como espectrometría de masas

ISBN: 978-84-09-02970-9

con plasma acoplado inductivamente. Considerando los resultados obtenidos, se concluye que hay concentraciones relativamente altas de arsénico (As) en PM10, aunque por debajo del límite promedio anual de acuerdo con la Directiva Europea. Este proyecto ha sido muy útil para que profesores y estudiantes tomen cociencia del potencial del aprendizaje servicio, específicamente en temas mediambientales.

Palabras clave: *Aprendizaje servicio, programa universitario Aula de la Experiencia, calidad del aire, ingeniería ambiental*

1. Introducción

La educación es un derecho de toda persona y que permanece a lo largo de toda su vida, no debiéndose negar ni limitar este derecho bajo ninguna circunstancia (Montoya Sáenz, 2002). Así pues, y conforme a la tendencia de las Universidades a ofertar cursos de formación para personas mayores durante los últimos años, en la Universidad de Huelva este grupo de personas conforman el Programa Universitario denominado Aula de la Experiencia (AEUHU). Así pues, los objetivos fundamentales que se persiguen desde el Aula de la Experiencia se centran en una formación integral a fin de mejorar la calidad de vida, posibilitando un conocimiento actualizado y enriquecimiento personal mediante el acceso a la información en condiciones de bienestar e igualdad. En definitiva, la finalidad básica del referido Programa Universitario no es otra que ofrecer experiencias de aprendizaje en problemáticas sociales auténticas, caso de la contaminación del aire que respiramos, donde los alumnos interactúan en el contexto social próximo para aprender y ofrecer soluciones apoyados en su aprendizaje en el aula.

En este sentido, la contaminación del aire urbano por partículas se ha convertido en motivo de preocupación hasta el punto de que en informes emitidos por grupos de trabajo internacionales (Comisión Europea, Organización Mundial de la Salud o Naciones Unidas) se recomienda el emprender acciones con el propósito de aumentar los conocimientos sobre las fuentes de partículas y los efectos adversos ligados a esta forma de contaminación. Desde una perspectiva legal, las Directivas Europeas 1999/30/CE y 2008/50/CE del Consejo de Europa relativas a los valores límite de partículas en el aire ambiente.

En concreto, el tráfico en los núcleos urbanos contribuye al empeoramiento de la calidad del aire a través de la emisión de gases contaminantes y partículas desde los tubos de escape y resuspensión del pavimento, de tal forma que las poblaciones cercanas a grandes avenidas con intenso tráfico pueden incrementar su mortalidad si se ven sometidas a una exposición prolongada a lo largo del tiempo. Los efectos sobre la salud se pueden incrementar si además existen industrias próximas a las ciudades. Numerosos estudios epidemiológicos realizados durante las dos últimas décadas han demostrado que en áreas urbanas se observa una clara asociación entre la concentración en masa de partículas con diámetro aerodinámi-

ISBN: 978-84-09-02970-9

co inferior a 10 y 2.5 μm (PM10 y PM2.5, respectivamente) y la morbilidad cardiovascular y respiratoria (WHO, 2005). La caracterización del aire que respiramos, y en especial el material particulado atmosférico, que contiene un elevado número de elementos traza, requiere de unas técnicas de muestreo y análisis muy específicas (Finlayson-Pitts y Pitts, 2000). En particular, Huelva se caracteriza por ser una ciudad en la que la industria química y minera posee una notable importancia, por lo que el conocimiento de la calidad del aire respirable es de vital importancia para la salud de la ciudadanía.

En base a todo lo anterior, la motivación que impulsa este curso-taller no es otra que el deseo de promover competencias ambientales en el alumnado del Aula de la Experiencia; según Lasnier (2000), "competencia" es un saber complejo resultado de la integración de capacidades, habilidades y conocimientos usados eficazmente en situaciones que tengan un carácter común. En este sentido, resulta fundamental una "renovación metodológica", orientada a reforzar las enseñanzas de tipo práctico (De Miguel, 2004).

Con este proyecto se ha pretendido estudiar el material particulado atmosférico en una estación de monitoreo de tipo urbano en la ciudad de Huelva; abordando para ello fórmulas metodológicas activas que sitúan al alumnado en el centro del proceso de aprendizaje basado en problemas, y fomentando un tipo de aprendizaje experiencial. El desarrollo de esta actividad ha implicado la creación de un equipo docente interdisciplinar a fin de promover en el alumnado el desarrollo integral de competencias en relación con la misma.

2. Objetivos

El objetivo general que se pretende alcanzar es el conocimiento por parte del alumnado de las distintas metodologías que se emplean en el análisis del material particulado atmosférico y, en consecuencia, del aire que respiramos. Se trata de una metodología multidisciplinar en la que se emplean técnicas físicas, químicas, meteorológicas e informáticas. Sin olvidar que la formación del alumnado universitario en cuestión pretende lograr resultados de aprendizaje servicio en los estudiantes, poniendo los contenidos de una de las asignaturas del Primer Ciclo del Aula de la Experiencia al servicio de la sociedad.

Los objetivos particulares de este proyecto fueron los siguientes:

- Conocer en detalle una estación de muestreo de la Red de Calidad del Aire de Andalucía.

- Conocer las técnicas de muestreo y análisis químico del material particulado atmosférico.

- Introducir la meteorología y su aplicabilidad en combinación con datos de calidad del aire.

- Combinar procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en relación con el control de la contaminación atmosférica.

- Promover la colaboración del alumnado en proyectos de mejora ambiental en su entorno.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Metodología

La metodología que se ha utilizado en este caso se define como: abierta y participativa, flexible y activa (el alumnado será protagonista de las actividades siempre y cuando sus limitaciones lo permitan). Para desarrollar este curso-taller destinado al alumnado del Aula de la Experiencia se han seguido una serie de consideraciones metodológicas, como son:

- Promover la participación en las actividades prácticas propuestas.

- Considerar los aspectos del tema de este curso-taller más motivadores para el alumnado.

- Tener en cuenta las aportaciones individuales, incorporándolas a la dinámica de la clase.

- Dinamizar el proceso individual y grupal del aprendizaje del alumnado.

En cuanto a la temporalización del curso-taller para la formación del alumnado mediante prácticas en el "Laboratorio de Contaminación Atmosférica" del Centro de Investigación en Química Sostenible (CIQSO), una primera sesión introductoria tuvo lugar a inicios de febrero de 2019. Asimismo, en los siguientes días, se estableció la formación de los grupos participantes y se designó el alumnado colaborador en el "Laboratorio de Contaminación Atmosférica". Además, se llevó a cabo la grabación, por parte de alumnado colaborador y profesorado, de las imágenes durante la realización de las experiencias en el "Laboratorio de Contaminación Atmosférica". Por último, se le proporcionó al alumnado colaborador un guión de las prácticas que conformaron el presente curso-taller.

Seguidamente, a principios de marzo, se realizó por cada grupo participante tanto una visita guiada por el profesorado a la cabina CAMPUS de la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de Andalucía, como una posterior visita al denominado "Laboratorio de Contaminación Atmosférica" de la Universidad de Huelva.

Finalmente, en abril se desarrollará una o más sesiones teóricas, en el marco de la asignatura troncal "Historia, Patrimonio y Desarrollo de la Cuenca Minera", con objeto de poner en común los conocimientos adquiridos y experiencias vividas en relación con esta actividad; además de realizar la evaluación de la misma.

2.1 Sesiones de trabajo

La actividad se ha realizado a lo largo de varias sesiones cuyo contenido fue el siguiente:

- Sesión inicial, 6 de febrero de 2019, en la que el alumnado del Aula de la Experiencia, en concreto aquellos que cursan la asignatura troncal "Historia, Patrimonio y Desarrollo de la Cuenca Minera", recibieron una introducción teórica del propósito del proyecto, así como el planteamiento de los objetivos a alcanzar y los pasos a seguir para su consecución.

- Visitas, en marzo de 2019, a una estación de muestreo de la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de Andalucía, ubicada en el Campus El Carmen de la Universidad de Huelva, con el fin de familiarizarse con la correspondiente instrumentación.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Figura 1. Estación en el Campus El Carmen de la Universidad de Huelva

- Visitas al "Laboratorio de Contaminación Atmosférica" para conocer en detalle los procedimientos empleados para el tratamiento y preparación de filtros con material particulado atmosférico (pesada en sala de gravimetría, corte de filtros y ataque químico/disolución); así como las técnicas instrumentales utilizadas para analizar químicamente partículas.

- Sesión final, con fecha 12 de abril de 2019, en la cual se expondrá algún ejemplo práctico de análisis de datos meteorológicos y origen de masas de aire mediante el uso del modelo de dispersión HYSPLIT (https://ready.arl.noaa.gov/hypub-bin/trajtype.pl?runtype=). Gran parte de la informacion aportada al alumnado se encuentra en el blog UHUaerosol (http://uhuaerosol.blogspot.com/), el cual fue creado en 2012 con objeto de divulgar aspectos relacionados con la calidad del aire. Por último, se realizó una encuesta al alumnado.

2.2 Obtención de muestras

Este proyecto se basa en datos experimentales tomados en la estación de investigación atmosférica Campus Universitario, ubicada en el Campus El Carmen de la Universidad de Huelva e incluida en la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire en Andalucía. El alumnado se familiarizó con el procedimiento de referencia para la toma de muestras y la medición de PM10 es el que se describe en la norma UNE-EN 12341:1999.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2.3 Realización de análisis

En las sesiones en el laboratorio, el alumnado observó de primera mano el procedimiento de pesada de los filtros, previa y posteriormente al muestreo, para su estudio gravimétrico; la diferencia en masa del filtro muestreado y el blanco, dividido por el volumen de aire capturado por el equipo, proporciona la concentracion en $\mu g/m^3$ de PM10 en suspensión.

Una fracción de cada filtro fue digerida en medio ácido para determinar las concentraciones de elementos trazas. El procedimiento descrito permite la total disolución de la muestra, que se analizan mediante espectrometría de masas con fuente de plasma acoplada por inducción, determinándose las concentraciones de numerosos elementos traza.

Figura 5. Imagen del equipo ICP-MS ubicado en CIQSO

Centrando la atención en los elementos traza en PM10 recogidos en la legislación europea, las concentraciones medias de Ni, Pb y Cd en PM10 en la ciudad de Huelva durante el periodo bajo estudio (3.28, 7.28 y 0.40 ng/m^3, respectivamente) fueron bajas en comparación con los límites anuales recomendados (20, 500 y 5 ng/m^3, respectivamente). Por el contrario, el valor de As en PM10 (5.43 ng/m^3) resultó ligeramente inferior al valor guía propuesto por la Unión Europea (6 ng/m^3), lo que se explica por la actividad minera en la provincia. El arsénico es reconocido ser un elemento cancerígeno (IARC, 2004), además de causar otros efectos adversos para la salud como hipertensión o efectos respiratorios y cardiovasculares.

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Resultados y evaluación

El resultado fundamental de este proyecto de innovación docente sería la elaboración de un material audiovisual a partir de las imágenes grabadas por el alumnado colaborador o profesorado durante la realización de las experiencias en el "Laboratorio de Contaminación Atmosférica", que pueda servir de "soporte digital para la enseñanza en materia de contaminación atmosférica y calidad del aire ambiental".

La evaluación del presente proyecto de innovación docente se llevó a cabo mediante una encuesta realizada por el alumnado. A continuación se detalla las preguntas que conformarían la referida encuesta, la cual consiste en que el alumnado exprese su grado de acuerdo (1=nada, 2=poco, 3=NS/NC, 4=bastante y 5=mucho) acerca de las siguientes afirmaciones:

a) Estoy satisfecho/a con la propuesta de trabajo llevada a cabo en este curso-taller.

b) Las visitas organizadas en este curso-taller son de evidente interés.

c) Al comenzar la asignatura he tenido información suficiente sobre la misma.

d) Esta actividad ha resultado útil respecto a la mejora de las capacidades del alumnado y su aprendizaje servicio en relación con la problemática medioambiental.

e) El tiempo para la realización de la actividad es suficiente en relación con el preciso.

f) En este curso-taller se han utilizado nuevos reursos que ayudan a mejorar su desarrollo desde un punto de vista social y medioambiental.

g) Valora el trabajo en equipo realizado por el alumnado.

h) Soy capaz de trasmitir las conocimientos claves adquiridos en este curso-taller

El alumnado dela Aula de la Experiencia de la Universidad de Huelva (AEUHU), en un número aproximado de cincuenta personas, tienen una edad superior a los 50 años y su nivel académico es variado, desde la enseñanza obligatoria o bachillerato hasta estudios universitarios de ingeniería u otros.

5. Conclusiones

Considerando los resultados obtenidos, se extraen las siguientes conclusiones:

- En general, tanto profesorado como alumnado han mostrado interés en continuar con el aprendizaje servicio en base a la metodología utilizada. Su opinión en cuanto a utilidad de este proyecto es muy positiva.
- Estudiantes y profesores se muestran partidarios, asimismo, de que este proyecto derive en un futuro en otras actividades similares incluidas en el Programa de Formación Permanente (PFP) del Aula de la Experiencia en la Universidad de Huelva.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Como conclusión final, los autores opinan unánimemente que este proyecto ha sido muy útil para que profesores y estudiantes tomen cociencia del potencial de aprendizaje servicio, especialmente en la cuestión mediambiental. Este tipo de actividades orientadas al aprendizaje servicio deben ser apoyadas con recursos desde las universidades y otras administraciones públicas.

Referencias

De Miguel M., Alfaro Rocher I.J., Apodaca Urquijo P., Arias Blanco J.M., García Jiménez E., Lobato Fraile C., Pérez Boullosa A. (2006). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. Universidad de Oviedo Ed. Oviedo. 197 pp.

Finlayson-Pitts B.J., Pitts J.N. (2000). *Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere: Theory, Experiments, and Applications*. Academic Press. Londres. 969 pp.

IARC (2004). *Some drinking-water desinfectants and contaminants, including arsenic*. International Agency for Research on Cancer. Lyon. IARC Monographs Vol. 84, 520 pp.

Lasnier F. (2000). *Reussir la formation par competentes*. Guérin Ed. Montreal. 504 pp.

Montoya Sáenz J.M., Fernández Escribano M. (2002). *Educación de las personas mayores*. Universidad nacional de educación a distancia Ed. Madrid. 236 pp.

WHO (2005). *Air Quality Guidelines Global Update*. The World Health Organization. Ginebra. http://www.euro.who.int/Document/E90038.pdf.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Vicerrectorado de Innovación y Empleabilidad de la Universidad de Huelva el haber hecho posible la realización de este proyecto en el marco de la vigésima Convocatoria de Proyectos de Innovación en Docencia e Investigación Educativa.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Fomento de vocaciones tecnológicas en niños y jóvenes a través de laboratorios de fabricación (Fab Labs)

Cristina Moreno-Díaz[a], Cristina Alía[a], Rosa Ocaña[a], Jesús Caja[a], Piera Maresca[a], Julián Narbón[a], Silvia Nuere[a], Manuel Merino[a], Alberto Sanchidrián[a], Fernando Gómez[a]
cristina.mdiaz@upm.es
[a]Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (Universidad Politécnica de Madrid, Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid, España)

Abstract

Fabrication laboratories are a global network of local laboratories where there are the necessary equipment and software to make (almost) any project or idea a reality. Since its inauguration two years ago, the Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid of the Escuela técnica Superior de en Ingeniería y Diseño industrial of the Universidad Politécnica de Madrid, has had as a priority objective to stimulate the entrepreneurial spirit, leadership and interest in science and the technology of the future engineering students. This objective is even more relevant when analyzing the decline in the number of enrollments in most engineering degrees at recent years. For this reason, this paper will analyze the projects carried out by Fab Lab ETSIDI to promote technological vocations among the youngest. The initiatives range from visits by the institutes and schools to the Fab Lab to see first-hand the day-to-day of the laboratory. Until the impartation of educational, fun and, above all, technological workshops where all kinds of digital manufacturing tools are used and where they are awakened by curiosity about engineering.

Keywords: *Fab Lab, technological vocations, educational innovation, teaching-learning process based on projects*

Resumen

Los laboratorios de fabricación (Fab Labs) son una red global de laboratorios locales donde hay los equipos y software necesarios para poder hacer realidad (casi) cualquier proyecto o idea. Desde su inauguración hace dos años, el Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid de la Escuela Técnica Superior en Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid, ha tenido como

ISBN: 978-84-09-02970-9

objetivo prioritario estimular el espíritu emprendedor, el liderazgo y el interés por la ciencia y la tecnología de los futuros alumnos de ingeniería. Este objetivo cobra aún más relevancia cuando se analiza la bajada en los últimos años del número de matrículas en la mayoría de los grados de ingeniería. Por este motivo, en este trabajo se van a analizar los proyectos llevados a cabo por el Fab Lab ETSIDI para fomentar las vocaciones tecnológicas entre los más jóvenes. Las iniciativas van desde visitas por parte de los institutos y colegios al Fab Lab para conocer de primera mano el día a día del laboratorio hasta la impartición de talleres educativos, divertidos y, sobre todo, tecnológicos donde se emplean todo tipo de herramientas de fabricación digital y donde se les despierta la curiosidad por las ingenierías.

Palabras clave: *Fab Lab, vocaciones tecnológicas, innovación educativa, proceso de enseñanza-aprendizaje basado en proyectos.*

1. Introducción

Los Fab Labs (acrónimo anglosajón de Laboratorio de Fabricación) son una red global de laboratorios locales que hacen posible la creatividad y la invención dando acceso a herramientas de fabricación digital (Fablabs). Los Fab Labs comparten un inventario común en constante evolución, con máquinas y procesos que permiten hacer casi cualquier cosa. Esto hace posible que se puedan compartir proyectos entre diferentes Fab Labs y que cualquier persona acostumbrada a trabajar con estas herramientas y métodos pueda trabajar en cualquier Fab Lab de la red. Esta red global de Fab Labs da apoyo operativo, educativo, técnico, financiero y logístico más allá de lo que se puede encontrar en un único Fab Lab (Fab Foundation). Los Fab Labs están disponibles como recursos comunitarios, permitiendo el acceso abierto a los usuarios así como el desarrollo de programas y proyectos (Fablabs). Los diseños y proyectos desarrollados en el laboratorio pueden protegerse para venderse en la forma que elija el inventor, pero deben estar disponibles para que los usuarios puedan utilizarlos y aprender de ellos (Fab Lab Inventory).

La idea de poner en marcha el Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid (Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid) surgió en 2016 por iniciativa de algunos profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) como posible solución a la necesidad de muchos alumnos de Grado, Master y Doctorado de un espacio más allá de las clases y talleres, donde poder materializar y desarrollar sus ideas, inventos y proyectos.

Además de lo anterior, entre los objetivos del Fab Lab ETSIDI está estimular el espíritu emprendedor, el liderazgo y el interés por la ciencia y la tecnología entre los jóvenes que serán, o que podrían ser, los futuros estudiantes en alguno de los grados en ingeniería.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Como se sabe, es preocupante el descenso del número de matriculados en titulaciones de las ramas de Ingeniería y Arquitectura, también en Ciencias, que ha llegado a una caída acumulada del 25% en los últimos 10 años. Esto se conoce como déficit de talento y puede llegar a desajustar enormemente la oferta profesional y las necesidades del mercado, ya, en este momento muy desequilibrado. Hay quienes indican, incluso, que en 2020 el número de trabajadores altamente cualificados que faltarán en España será de 1,9 millones (Randstad, 2013). Las universidades politécnicas están preocupadas por la situación y son muchos los análisis de causas y propuestas de solución que se pueden documentar. Entre las causas se encuentran la falta de interés de los estudiantes de enseñanzas medias por las Matemáticas y la Física, de modo que, entre otras cosas, se ha emprendido, en diferentes sectores de la sociedad una campaña para despertar vocaciones en esta área, y en general en la denominada STEM, por sus siglas en inglés, representa las iniciales de ciencia (science), tecnología (technology), ingeniería (engineering) y matemáticas (math).

A raíz de esta realidad se han llevado a cabo diferentes iniciativas en la Universidad Politécnica de Madrid para fomentar y despertar vocaciones tecnológicas entre los estudiantes de los colegios y de los institutos. Así, por ejemplo, se realizaron varias ediciones de la feria del "Aprendiz de Ingeniero" donde el objetivo principal fue fomentar la vocación de los jóvenes por la ingeniería, especialmente en el caso de las mujeres, donde el número de matriculaciones en esta área es significativamente menor aún (Studia XXI). Así, el porcentaje de mujeres en carreras ligadas a la tecnología, como es el caso de las ingenierías, es muy bajo, en torno al 30%. La feria de 2015 contó con más de 70 actividades prácticas relacionadas con las áreas de estudio de la UPM: Agroforestal; Civil, Arquitectura y Edificación, Industrial, y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, con el objetivo de acercar la ingeniería y la tecnología a la sociedad, especialmente a los jóvenes para despertar en ellos la importancia de la ingeniería en la sociedad. La feria fue un éxito entre los colegios e institutos y por ella pasaron más de 3.000 estudiantes de secundaria en cinco días.

La Real Academia de Ingeniería tiene un proyecto propio, denominado Mujer e Ingeniería, cuyo objetivo fundamental es visibilizar a las profesionales de la ingeniería, de modo que el número de mujeres en este campo aumente, y que pretende, también, generar vocaciones tecnológicas en las niñas, pero también en los niños. También se trata de eliminar estereotipos sobre los estudios de ingeniería y sobre los estudios STEM en general que limiten a priori el interés de niños o niñas y jóvenes por su estudio.

En general, se trata de acercar el mundo de la tecnología a la realidad cotidiana, permitir que pueda ser accesible a todos y crear lazos de diversión, así es como se plantean la mayoría de las campañas de fomento de vocaciones tecnológicas.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2. Actividades realizadas desde el Fab Lab ETSIDI para fomentar las vocaciones tecnológicas

Como se ha comentado, uno de los objetivos del Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid es fomentar el interés por la ciencia e ingeniería entre los alumnos de primaria y secundaria que deben decidir en unos años los estudios universitarios que desarrollarán y que serán clave en su futuro laboral. En muchos casos, estos estudiantes no tienen claro todas las posibilidades de la ingeniería, o piensan que es un mundo alejado de su mundo cotidiano, y ese temor les hace decantarse por otros Grados Universitarios. Desde el Fab Lab ETSIDI se llevan a cabo actividades que acercan las tecnologías digitales a los más jóvenes. Las actividades realizadas en el Fab Lab en este sentido se pueden dividir en diferentes grupos: Visitas de estudiantes de secundaria y bachillerato, Talleres Fab Kids y otras breves estancias de estudiantes, como es el caso de los estudiantes de 4º de la ESO. A continuación se detallan estas experiencias.

3. Experiencias obtenidas en el Fab Lab ESIDI Ingenia Madrid

3.1 Visitas de estudiantes

Como una actividad habitual en el Fab Lab, se reciben diferentes visitas de estudiantes para conocer las actividades que se desarrollan en el laboratorio, entre ellas, estudiantes de otras universidades, institutos y colegios. Durante la visita se explica en primer lugar, qué es un Fab Lab y los principios de funcionamiento del Fab Lab ETSIDI. Se les explica para qué sirve un Fab Lab y qué tipo de trabajos se realiza en él. Después se les muestran todas las tecnologías que se disponen para que vean cómo funcionan las impresoras 3D, la cortadora láser y las fresadoras CNC, así como otras herramientas digitales como son el bolígrafo 3D o el escáner 3D. Se realizan pequeños ejemplos para que puedan ver de primera mano el acabado, la precisión o la calidad, entre otros aspectos. Los alumnos conocen las posibilidades de cada uno de los equipos. Se intenta realizar una visita atractiva a sus ojos, mostrando muchos proyectos ya realizados previamente y fomentando que pregunten todo lo que consideren oportuno.

Figura 1. Visita de alumnos de bachillerato al Fab Lab ETSIDI

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

3.2 Visita-taller de estudiantes de secundaria y bachillerato incorporados al programa PEAC

Durante el curso 17-18 el Fab Lab ETSIDI acogió durante los meses de marzo y abril a alumnos del Programa de Enriquecimiento Educativo para Alumnos con Altas Capacidades (PEAC) (Educamadrid, 2018). Este programa, que desarrolla la Comunidad de Madrid, es una medida voluntaria y gratuita que se lleva a cabo fuera del horario escolar, y que tiene como objetivo complementar y enriquecer el currículo oficial que desarrollan estos estudiantes. Se trata de proporcionar a los alumnos oportunidades de profundización en diferentes áreas del saber a través de la experimentación, investigación y creación, implementándose a través de variadas estrategias metodológicas.

Figura 2. Visita estudiantes del PEAC al Fab Lab ETSIDI

Dentro del marco de actividades que se planifican en el Programa, se plantean salidas o visitas que potencien los contenidos desarrollados en las diferentes sedes que albergan el Programa. En el curso pasado, y en línea con su Proyecto Anual, "Misterios sin resolver", se visitó la ETSIDI-UPM en dos áreas: la Robótica y la Fabricación Digital, para que estos estudiantes (de secundaria y bachillerato) tuvieran la oportunidad de completar los proyectos de investigación y formación que realizan. Es en el área de la Fabricación Digital, donde el Fab Lab intervino, mostrando a estos estudiantes, no sólo qué es un Fab Lab, sino también que experimenten las posibilidades que presenta la fabricación digital y permitir el acercamiento de esta tecnología a estos estudiantes con el propósito de despertar en ellos su vocación tecnológica (Educamadrid, 2018)

3.3 FAB KIDS: Los viernes son para el diseño

Estos talleres están organizados para niños de entre 5 y 12 años que entran por primera vez en el mundo de la fabricación digital y de los Fab Labs. El objetivo es despertar y fomentar en los más pequeños la curiosidad por las ciencias y la tecnología y para ello se realizan talleres de temática muy variada y conocida por ellos.

ISBN: 978-84-09-02970-9

A lo largo de estos tres años se han realizado Fab Kids con temática general con el eslogan: "los viernes son para el diseño", utilizando un tema infantil como Bob Esponja y Patricio o los planetas, pero también con temáticas adaptadas a la ocasión como Carnaval, Halloween, San Valentín o las vacaciones de verano.

La temática del Fab Kids pretende ser el hilo conductor que permita acercar la fabricación digital a los niños, que comprueban, de primera mano, que con el equipamiento y recursos del laboratorio se puede llevar a cabo prácticamente cualquier idea o proyecto. Los más pequeños conocen in situ la impresión 3D, la fresadora CNC o el corte láser. Ven los equipos en pleno funcionamiento y se llevan, al final del taller, objetos fabricados con cada equipo y que ellos han terminado de personalizar. Durante el tiempo que pasan en el taller se explica la diferencia entre el 2D que da una fresadora o una cortadora láser a las posibilidades tridimensionales que proporciona la impresión 3D. Todos los participantes realizan diferentes trabajos de manera individual con la ayuda de los integrantes del Fab Lab. El objetivo es pasar un rato divertido, donde los niños son los auténticos protagonistas y acercarles la importancia de la ingeniería y las múltiples posibilidades que ofrece la tecnología digital.

Figura 3. Talleres Fab Kids en el Fab Lab ETSIDI

Así mismo, versiones un poco más reducidas de estos Talleres se han realizado en otros eventos organizados por la ETSIDI-UPM como es "La noche de los Investigadores" o la Semana de la Ciencia, "Día de las familias", que presentan el mismo objetivo: acercar la tecnología a la sociedad, en general.

3.4 Estancia de estudiantes de 4º de la ESO

El programa 4º ESO+Empresa (Educamadrid), que desarrolla la Comunidad de Madrid desde hace 10 años, tiene el estatus de actividad extraescolar, se desarrolla de forma voluntaria en empresas e instituciones con el fin de acercar el sistema educativo y el mundo laboral, facilitando los jóvenes estén mejor preparados para tomar decisiones sobre su futuro académico y profesional, motivándoles y dotándoles de las destrezas necesarias. Las estancias educativas consisten básicamente en la asistencia durante unos días a las instalaciones de una empresa para observar cómo se desarrolla la actividad y pueden incluir el desarrollo de tareas o funciones por parte del estudiante de 4ª de la ESO. , enfatizando los aspectos educativos de todo el proceso. Durante esta estancia, los jóvenes conocen de cerca el mundo laborar, de

ISBN: 978-84-09-02970-9

modo que estén mejor preparados para tomar decisiones sobre su futuro académico y profesional.

El Fab Lab ETSIDI, junto con el Laboratorio de Electrónica de la ETSIDI-UPM, ha participado en las dos ediciones de este programa 4º ESO+Empresa que la Escuela ha ofertado dentro de las estancias en la UPM. Durante el curso 17-18, dos estudiantes de 4º de la ESO realizaron una estancia de 4 días. En el curso 18-19 han sido un total de 8 jóvenes, 4 en cada una de las estancias de 4 días que se han realizado en el mes de abril. Durante ese tiempo, cada grupo de alumnos han conocido el centro, sus diferentes espacios administrativos y docentes, así como los laboratorios y participan en las labores cotidianas de muchos de ellos. En el Fab Lab ETSIDI han tenido la oportunidad de conocer cómo se manejan los equipos de los que dispone, fundamentalmente las impresoras 3D y la cortadora láser. Así mismo han participado en las actividades habituales del Laboratorio: recepción de pedidos, atención al público, revisión de ficheros para fabricación, estimación de presupuestos, etc.

Figura 4. Talleres Fab Kids en el Fab Lab ETSIDI

Una de las actividades del Programa 4ESO+empresa que se realizan durante la estancia en la ETSIDI es la realización de un proyecto, denominado “Seguidor Solar” (Instructables) que abarca la fabricación de la estructura mediante corte láser, así como el montaje y la programación. Este proyecto se realiza en coordinación con el Laboratorio de Electrónica de la ETSIDI. En el FabLab se ha llevado a cabo la parte de fabricación, donde los estudiantes han podido rediseñar los planos 2D para adaptarlos a las necesidades concretas del Seguidor Solar, y utilizar el software que permite su fabricación mediante corte láser.

4. Conclusiones

El Fab Lab ha cumplido con su objetivo de difusión de su actividad a través de diferentes medios y acogiendo a estudiantes de distintas edades en su estancia para acercarles los equipos de fabricación digital y su utilización.

La participación de los estudiantes en las actividades ha sido fundamental y muy activa, despertando su interés y motivándoles para conocer más sobre las tecnologías de fabricación.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Para los estudiantes adolescentes las visitas y talleres han resultado de gran interés, demostrado éste por la gran cantidad de preguntas que realizan y la necesidad de conocer más sobre los equipos o materiales que se les muestra.

Aunque aún es pronto para poder concluir que se ha fomentado una vocación tecnológica en los más pequeños, sí que se puede considerar que se ha producido el acercamiento y comprensión de las tecnologas de uso habitual en ellos.

Referencias

Educamadrid. (2018). *PEAC. Programa de Enriquecimiento Educativo para Alumnos de Altas Capacidades*. Obtenido de VISITA A LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL : https://www.educa2.madrid.org/web/peac/bg-2017-2018/-/visor/visitas-a-la-etsi-de-diseno-industrial?p_p_col_pos=1

Educamadrid. (s.f.). *4ESO+Empresa*. Obtenido de https://www.educa2.madrid.org/web/4eso-empresa

ETSIDI-UPM. (abril de 2018). *Noticias ETSIDI*. Obtenido de http://www.etsidi.upm.es/Escuela/Noticias/NoticiasETSIDI?id=3d62871b1e863610VgnVCM10000009c7648a____&fmt=detail&prefmt=articulo

Fab Foundation. (s.f.). *Fab Foundation*. Obtenido de What Is A Fab Lab?: http://www.fabfoundation.org/index.php/what-is-a-fab-lab/index.html

Fab Lab ETSIDI Ingenia Madrid. (s.f.). *Fab Lab ETSIDI*. Obtenido de http://fablabetsidi.com/

Fab Lab information web. (s.f.). Obtenido de https://www.fablabs.io/labs

Fab Lab Inventory. (s.f.). *Fab Lab Inventory*. Obtenido de http://fab.cba.mit.edu/about/fab/inv.html

Fablabs. (s.f.). Obtenido de https://www.fablabs.io/labs

Instructables. (s.f.). *Rastreador solar*. Obtenido de https://www.instructables.com/id/Un-Rastreador-Solar-Simple-que-Tiene-Ejes-Duales/

Randstad. (2013). *Prevsiones de empleo para 2020*. Obtenido de https://www.randstad.es/nosotros/sala-prensa/previsiones-empleo-para-2020/

Studia XXI. (s.f.). *El blog de Studia XXI*. Obtenido de Universidad Sí: http://www.universidadsi.es/las-mujeres-en-la-universidad-espanola-progresion-hacia-la-igualdad/

ISBN: 978-84-09-02970-9

Conciencia del compromiso social desde el primer día del grado

Fabregat, J.
jaime.fabregat@upc.edu

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona, Esteve Terradas 8, 08860, Castelldefels, España

Abstract

One of the objectives of the university institution is to prepare students for the social commitment of their future profession. This request is transferred to the teaching staff, we must accept it and comply with it. It is necessary to add imagination and value to this mission. The purpose of this document is to present a form of contribution applied to materialize such an important academic responsibility, which can be integrated into a stimulus of interest in sustainability. Although it does not seem simple (or even very complex), it turns out to be a behavior not only possible but also advisable, that this work be started already when the new students go to the teaching center during the first days. Then, students will soon be able to consider this topic again when they are studying the subjects of the initial phase. There is a block of tasks to develop: inform, motivate, support and prepare students. And all this must be carried out, with different methodologies, by means of a diffusion in compulsory subjects, with parallel actions or taking advantage of some opportunities outside the university. In the aforementioned frame, this article explaines a peculiar initial activity for an engineering school.

Keywords: *engineering, competences, social commitment, welcome*

Resumen

Uno de los objetivos de la institución universitaria es preparar a los estudiantes en cuanto al compromiso social de su futura profesión. Esta solicitud se transfiere al personal docente, debemos aceptarla y cumplirla. Es necesario poner imaginación y valor para tal cometido. El propósito de este documento es presentar una forma aplicada de contribución a materializar una responsabilidad académica tan importante, que se puede integrar en un estímulo del interés por la sostenibilidad. Aunque no parece simple (o incluso muy complejo), resulta ser un comportamiento no solo posible sino también aconsejable, que este trabajo se inicie ya cuando los nuevos estudiantes vayan al centro de enseñanza durante los primeros días. Luego, los estudiantes podrán considerar el asunto nuevamente cuando estén estudiando los temas de la fase inicial. Hay un bloque de tareas por desenvolver: informar, motivar, apoyar y

ISBN: 978-84-09-02970-9

orientar a los estudiantes. Y todo esto puede llevarse a cabo, con diferentes metodologías, mediante una difusión en las asignaturas obligatorias, con acciones paralelas o aprovechando algunas oportunidades fuera de la universidad. En el marco mencionado anteriormente, este artículo explica una peculiar actividad inicial para una escuela de ingeniería.

Palabras clave: *acogida, competencias, compromiso social, ingeniería*

1. Competencias genéricas: suma y sigue

Perspectivas sobre la investigación acerca del saber asumen que el aprender pende del saber: usamos el saber actual en la metodología para construir el nuevo saber (Anthony, 1996). El alumno, al entrar en la universidad, ya cuenta con un nivel, variable pero no nulo, en las competencias genéricas que considerarán los equipos pedagógicos en educación superior. Estas han sido abordadas, en diversa medida, dentro de la instrucción formal preuniversitaria y en otros medios. Dado que en general no hay una relación biyectiva entre competencias y asignaturas, el grado en el que son poseidas no suele estar cuantificado. Sí es cierto que tal nivel, el que se posee al ingresar en la universidad, se ha adquirido en el seno de un proceso más bien difuso y continuo. Si dentro de la universidad no se enlaza velozmente se forjará, a la sazón, un paso discontinuo.

Guiados por las direcciones de las escuelas, el primer día del curso suele haber actos informativos, de saludo, de acogida y de apoyo a los nuevos estudiantes. Constituyen experiencias que pueden ser enriquecedoras, tanto para el estudiante que aún no conoce el centro como para el centro que aún no conoce al estudiante. En la Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB), en este primer día se lleva a cabo una sesión expositiva – con soporte visual y tono distendido, cubriendo dos horas de tiempo – en la que se pone énfasis en una de las competencias genéricas: el compromiso social (uno de los principios fundamentales de la integridad que académicamente procede tratar).

La ética enlaza con el ideal de la actuación humana, orientando sobre lo que es bueno, que arraiga en uno cuando se internalizan las reglas aunque no concurra un apremio desde fuera para su obsrvancia (Nerkis y Iraima, 2005). La ética de un profesional se gesta desde la formación del mismo; por ello al docente le corresponde proceder en esta época, y para ejecutar esta tarea tiene que estar al tanto de la ética y de cómo debe ser su conducta como profesor.

Es necesario enseñar buenas conductas en ingeniería, y ello con una orientación integradora en la que se ponga de manifiesto claramente que temas éticos viven de modo implícito en el quehacer de un profesional y que no constituyen un mero complemento externo para mejorar la imagen, significando a la vez dicho enfoque integrador una implicación real con compromisos específicos de la profesión de la ingeniería (Lozano, 2000).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Más allá de la competencia del compromiso social, y también durante la primera semana, son presentadas y comentadas las restantes competencias genéricas que se consideran en los grados. En el campus virtual, las líneas maestras del contenido de la sesión expositiva sobre compromiso social son consultables posteriormente por los estudiantes. En el campus virtual, además, está abierto un espacio de contacto permanente, del que los profesores son usuarios, en el que para el compromiso social y demás competencias genéricas, se ubican materiales, harto diversos, de ayuda académica, unos más bien destinados a uso del docente, otros más bien para los estudiantes, que cada asignatura puede decidir si traslada a su predio propio.

Ya que todo el que ha debido examinar se ha planteado el problema grave de la calificación, este balance final en el que valorar los rendimientos y del que tan pendiente están los alumnos (Marín, 1980), procede decir que entre los materiales dedicados al docente también se incluyen referencias a la evaluación. En general, los materiales de apoyo continuo depositados para los profesores en el campo virtual, se van incrementando en número y mejorando en calidad, e incluyen enlaces comentados, recensiones de libros u otros documentos escritos, textos y presentaciones visuales realizados o adaptados adhoc. De la elaboración, arreglo, establecimiento y sostén de los materiales del campus virtual se ocupa un docente, el coordinador de competencias genéricas del centro, profesor que es nombrado por la dirección de la escuela.

Un hecho constatado es que existen estudiantes que manifiestan comportamientos superiores a los de los demás en alguna competencia genérica (a veces, en más de una). Tal presente supremacía suele aparecer y se vincula con aspectos diferentes de su ser y de su vida: inteligencia, personalidad, capacidades creativas… Son jóvenes que están especialmente dotados para un determinado quehacer. Procede que como en otros ámbitos dispongan de recursos adecuados, bien para alcanzar lo que del común de personas se persigue con un recorrido más breve en el tiempo, bien para fortalecerlo más allá de los niveles ordinarios. En lo que a esto concierne, se procuran algunos apoyos concretos a través del mencionado campus virtual.

2. Trabajos relacionados

Los formadores tienen la responsabilidad de preparar para el desempeño profesional. La literatura revela hoy brechas entre las competencias requeridas para el trabajo y las desarrolladas en la fase educativa. Las competencias genéricas aparecen en estas brechas de competencia (Male, 2010). El asunto de las competencias genéricas en la universidad española es abordado de una forma global en un libro de reciente aparición (Cano, 2018), el cual pone un cierto énfasis en los apoyos que la red puede prestar a su desarrollo. Concretando sobre el compromiso social (sea con esta denominación u otra similar), no es raro ver, en lo que va de siglo, comunicaciones presentadas en congresos sobre educaciòn universitaria, refiriendo experiencias de planteamiento,desarrollo y evaluación.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Lo que la ingeniería es, y su compromiso

La sesión expositiva especial antes citada que se lleva a cabo el primer día del curso, la cual complementa la bienvenida a los estudiantes que ingresan, hace uso en aula polivalente de una metodología creativa que busca el entusiasmo además de un impacto y un interés, con el objetivo fundamental de concienciar al estudiante y estimular en él una indagación personal acerca del compromiso social del ingeniero. Esta es la primera de las acciones que para ello se desarrollan a lo largo de la fase inicial de los estudios. Durante el mes en el que se inicia el grado otras acciones conectadas con la aquí descrita (de señuelo, insistencia, aplicación…), aunque más breves, puntuales e incardinadas en la actividad lectiva ordinaria se llevan a cabo, tendentes a dejar cada vez más huella, y más marcada, en el camino de formación.

En la actividad de la jornada inaugural se obra a partir de la propia definición de lo que el ingeniero es, de la mención de ejemplos de profesionales que han transformado el mundo en un grado muy relevante, de la difusión de revistas especializadas de alto nivel que tratan de la ética y los valores humanos en la ingeniería, y que pueden ser una base de aperendizaje sobre estas cuestiones. Todo ello se abre lanzando a los nuevos estudiantes de ingeniería una pregunta al aire: ¿se han detenido alguna vez a pensar en definir "ingeniería" o "ingeniero"? Después, visualmente y con dinámica teatral, se aportan unos cuantos "flashes", que contribuyen a describir lo que es un ingeniero.

3.1 Ingeniero : una persona con ingenio

El lexema de una voz es una unidad que le aporta una idea perceptible por los hablantes. El lexema de "ingeniero" lleva a "ingenio" (que viene del latín "ingenium"), uno de cuyos significados es el de facultad del hombre para discurrir o inventar con prontitud y desenvoltura. Otro significado de "ingenio" es el de máquina o artificio mecánico, con lo que ingeniero se vería como una persona ligada a máquinas, o en general, a artificios mecánicos. Este artículo quiere considerar la primera acepción, más ligada a "crear", a"innovar".

El ingeniero es, entonces, una persona de ingenio. Preguntaba Galileo Galilei quién se atrevería a poner límite al ingenio del hombre (2006). El literato Jules Renard consideraba que el ingenio era al talento lo que quizá el instinto a la razón (1990). Sinónimo de "ingenio" es "imaginación". Y nacido de este sinónimo un último dato: al exdirector general de UNESCO, Federico Mayor, le gusta recordar que Eisntein dijo que en momentos de crisis la imaginación importa más que el conocimiento (1999).

3.2 Ingeniero : una persona que actúa

El morfema de una voz es un trozo mínimo de ella capaz de expresar un significado; unido al lexema varía su definición. El morfema de "ingeniero" no es "oso": la palabra no es "ingenioso". No nos referimos puramente a una persona con ingenio (como el "poderoso" es una persona con poder), sino a una persona que oficia con ingenio (como un oficio es el de carpintero o panadero). Los ingenieros carean bretes que les toca allanar; tal labor se forja a

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

menudo en la premura, sobre el campo y ejercitando la acción, aunque se haya escrito poco sobre la forma como el ingeniero arma y adapta las ideas científicas en su ejercicio diario.

El ingeniero es una persona que actúa con ingenio. Anotaba Descartes que no basta tener buen ingenio, que lo importante es aplicarlo bien (2006). Si a esto se añade lo que el jurista Hurtado, un santo para los católicos, decía de que está muy bien no hacer el mal, pero que está muy mal no hacer el bien (Francisco, 2018), se conoce ya un primer tinte de compromiso social en la labor del ingeniero.

3.3 Ingeniero : una persona dedicada a lo útil

Hay una historieta que corre oralmente, la cual atiende a distinguir lo que ocupa a un filósofo, un científico y un ingeniero. Dice que el filósofo se dedica a discernir "lo que es" de "lo que no es", y ya discernido, se ocupa de pensar en "lo que es": podría uno remitirse al enunciado teatral del "¿ser o no ser?". Dice después que un científico se dedica a discernir entre lo que es verdad (lo que acepta como verdadero) y lo que no lo es (lo que no acepta como verdadero), y ya discernido se ocupa de "lo que es (o acepta como) verdad(ero)". Se podría pensar en el enunciado de una hipótesi, desarrollo de proceso experimental según método, y posterior aceptación, o no, de hipótesis. Y dice al final que un ingeniero es quien se dedica a discernir entre "lo que es útil" y "lo que es inútil", para luego ejercer sus facultades en lo que es útil. Y ello por más que a la memoria concurra el texto de ensayo "La utilidad de lo inútil" (Ordine, 2013).

Una faz de la reforma ilustrada en educación fue remozar formas y contenidos en las universidades, así como forjar entidades docentes nuevas, raras para los usos colectivos y estamentales de las viejas escuelas, y obtener y encajar planes de estudio disímiles que echaban saberes escolásticos y usuales en favor de los "saberes útiles". Por decirlo con Jovellanos, los saberes útiles tocan a conocimientos que han educado al hombre en verdades ventajosas, que han desterrado del mundo muchas ansiedades dañinas, y a los que agricultura, artes y comercio deben los rápidos adelantos que han hecho en este siglo (2011). Entre los objetivos que urgieron los ilustrados con el establecimiento de la enseñanza de ciencias útiles estuvieron los de lanzar la señal que permitiese adelantar en situaciones materiales y avivar la economía.

El ingeniero es una persona que, con ingenio, actúa para conseguir algo útil. Señalaba el fabulista Samaniego que el hombre se deslumbra frecuentemente con lo hermoso en apariencia, abrazando tal vez lo más dañino: que escarmiente entonces tal cabeza y sepa que el útil bien es la mejor belleza (2006). Entonces vive ya aquí, en la carpeta del compromiso social, un segundo tinte: aquello a lo que se consagre el ingeniero deberá ser útil.

3.4 Ingeniero : una persona que hace bien las cosas

La primera mujer ingeniero en presidir la World Federation of Engineering Organisations (WFEO), la salmantina María Jesús Prieto, gusta de decir que ingeniería es hacer bien cosas útiles. Se unen así dos caras, acción y utilidad, inscritas en dos subapartados anteriores, y se

ISBN: 978-84-09-02970-9

añade el adverbio "bien". Aceptar encargos para los que no se está preparado es, en la lista de las malas conductas, una de las peores según importantes códigos deontológicos (como el de la propia WFEO). El ingeniero es, entonces, una persona que, con ingenio, actúa bien para conseguir algo útil. Un refrán argentino expresa : "Obra bien terminada, a su autor alaba" (Anónimo). Ya son tres los tintes de compromisos social: el ingeniero deberá actuar, hacerlo bien y para conseguir algo útil.

3.5 Ingeniero : una persona que elige lo mejor

Una descripción de la ingeniería, un tanto remotamente debida a Cros, la presenta como el arte de combinar elementos para superar retos, en marcos conectados (o conectables) con la ciencia y la técnica, partiendo de un conjunto de datos, no pocas veces incompletos y/o inexactos, debiendo elegir de entre los caminos y las soluciones tecnológicamente posibles, aquella que sea la mejor.

Una parte de la sociedad tiene un concepto del ingeniero que es el de una persona cuadriculada, calculadora y centrada en las ciencias y la tecnología. Es cierto, pero el ingeniero es también creativo. Con esta creatividad es capaz de diseñar y construir. El ensueño en la creación, el gusto en el desarrollo, el espíritu en la ejecución no son algo insólito en el ingeniero.

Ante muchos retos o trabas hay numerosas formas de despuntar y salirse. Para lograr estas diversas formas el ingeniero barajará su preparación en matemáticas, ciencias experimetales, economía… . Pero, al final, de entre tales formas, el ingeniero deberá quedarse con una sola forma: deberá elegir la mejor. Para ello ya no le servirán (o sólo en parte) las matemáticas, las ciencias experimentales, la economía … : aquello que habrá de utilizar será una adecuada jerarquía de valores. Y aquí aparece en grado superlativo la relevancia de su compromiso.

El ingeniero deberá actuar bien (ejerciendo el arte de combinar elementos con el mejor plan) para sacar algo útil, que sea la "mejor" respuesta dable al reto trazado. Señalaba el matemático Polya que un gran descubrmiento zanja una gran traba, pero que también en la salida de toda pega, hay un cierto hallazgo, y que aun cuando el problema que se esboce pueda ser modesto, si pone a prueba la curiosidad que induce a poner en juego las facultades inventivas, si se resuelve por medios propios, se gana magia del descubrimeinto y goce del éxito (1965).

3.6 Ingeniero : una persona que cambia el mundo

Antes una historieta distinguia la labor de un filósofo, de un científico y de un ingeniero. Ahora la distinción se limitará al científico y al ingeniero, y se basará en su posición y en su conducta ante el mundo. El científico, situado ante el mundo, busca con método saber lo que hay en él, las relaciones entre lo que hay en él, el porqúe de lo que hay en él y de las relaciones existentes entre lo que hay en él, elabora teorías que permiten predecir efectos en el mundo si se originan unas causas ; en definitiva, el científico "explica el mundo".El ingeniero, situado en el mundo, "cambia el mundo": donde no lo había ahora hay un ordenador, hay una industria, hay una antena de telecomunicaciones, hay un jardín, hay una autopista…

ISBN: 978-84-09-02970-9

Apuntaba el escritor de ciencia ficción Asimov que la ciencia puede divertirnos y fascinarnos, pero que es la ingeniería la que cambia el orbe (1988). Y el ingeniero aeronaútico von Kharman citaba que los científicos estudian el mundo tal como es mientras que los ingenieros crean el mundo que nunca ha existido (Wilczynski y Douglas, S, 1995). Muchas voces se oyen en nuestra sociedad clamando que "un mundo mejor es posible". El mundo sólo pùede ser mejor si cambia (a mejor, evidentemente). Y el ingeniero cambia el mundo (y los cambios pueden darse en distintos sentidos, bellos hacia lo mejor, tristes hacia lo peor). De aquí brota con una impresionante firmeza la responsabilidad social del ingeniero.

El ingeniero deberá actuar bien (por la vía mejor), para lograr algo útil y que sea la "mejor" de las respuestas posibles al desafío planteado, y consciente de que está cambiando el mundo (y que debe hacerlo a mejor). Señalaba el pacifista Gandhi que, si pudiéramos cambiarnos a nosotros mismos, las tendencias en el mundo también cambiarían, que a medida que un hombre cambia su propia naturaleza también cambia la actitud del mundo hacia él (1964).

3.7 Ingenieros contemporáneos de impacto mundial

Llegados aquí, y ya claro el compromiso social que nace de ejercer la ingeniería, se muestran algunos ingenieros actuales (o casi) indicando de modo breve su aporte. Se cita, entre otros, a Norman Borlaug (revolución verde), Steve Chen (YouTube), Martin Cooper (teléfono móvil) , Robert Frailey (organismos modificados genéticamente), Stefhanie Kwolek (fibras poliméricas antibalas), Robert Langer (transporte corporal inteligente de fármacos), Mario Molina (capa de ozono), Larry Page (Google), Raymon Tomlinson (correo electrónico)

3.8 Revistas especializadas sobre ingeniería, valores y ética

En último lugar se muestran dos casos de revistas especializadas, a las que se invita a acercarse para buscar artículos de interés, una de carácter más general, Science and Engineering Ethics, y otra de carácter más específico, Agriculture and Human Values.

4. A modo de conclusión

Ya el primer día en una escuela de ingeniería se puede conseguir que los estudiantes recién llegados adviertan aquello que constituye el núcleo, y la razón de ser, de su necesaria formación en un grado de ingeniería (que es el tipo de grado que ellos han elegido). Y, en particular, se les indica ya desde el momento inicial de su preparación que es importante que caigan en la relevancia de la competencia del compromiso social. Son así, nada más ingresar, informados y concienciados. Después nuevos retazos al respecto irán impregnado algunas de sus próximas asignaturas. En los albores del segundo cuatrimestre una nueva sesión expositiva volverá a cargar las pilas sobre estas importantes cuestiones. Y, a la postre, nuevas reverberaciones irán apareciendo. Y será más adelante cuando cabrà evaluar de una manera más conjunta, y por ende más relevante, la cosecha tras las tareas desarrolladas, de las que la acción inaugural aquí descrita es meramente una primera labor de siembra.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Referencias

Anthony G., (1996). Active Learning in a Constructivist Framework. *Educational Studies in Mathematics. 31* (4), 349-369

Asimov I,., Shulman S., (1988), *Isaac Asimov's Book of Science and Nature Quotations*, Grove Pr, New York, 360 pp

Cano E., Fabregat J. y Oliver F. J. (2018). *Competencias genéricas en la universidad*. LMI, Barcelona. 203 pp.

Descartes R., (2006), *Discours de la méthode*. Tecnos, Madrid, 102 pp.

Francisco, (2018) , Homilia del Santo Padre en la Santa Misa por la Paz y la Justicia en el Viaje Apostólico de Su Santidad Francisco a Chile y Perú. Recuperado de http://w2.vatican.va/content/francesco/es/homilies/2018/documents/papa-francesco_20180116_omelia-cile-santiago.html

Galilei G., (2006). *Carta a Cristina de Lorena y otros textos sobre ciencia y religión*, Alianza Editorial, Madrid, 176 pp.

Gandhi. M. (1964), *The Collected Works of Mahatma Gandhi*, Volume XII, April 1913 to December 1914, Chapter: General Knowledge About Health XXXII: Accidents Snake-Bite, (From Gujarati, Indian Opinion, 9-8-1913), 156 - 158, The Publications Division, Ministry of Information and Broadcasting, Government of India.

Jovellanos, G. (2011), *Obras completas*, Edición digital, Ayuntamiento de Gijón, Instituto Feijoó de estudios del Siglo XVIII y KRK ediciones, Gijón. Recuperado de http://www.jovellanos2011.es/web/biblio/

Lozano, J. F. (2000). Pedagogía de la ética de la ingeniería. *Revista Educación y Pedagogía*, *12* (28), 59-67

Male S., (2010). Generic Engineering Competencies: A Review and Modelling Approach, *Education Research and Perspectives*. *37*(1), 25-51

Marín R. (1980) *Pruebas objetivas y de ensayo*. Luis Vives, Zaragoza, 40 pp.

Mayor, F.,(1999) Discurso pronunciado por el Sr. Federico Mayor, Director General de la UNESCO, con motivo de la visita oficial del Excmo Sr. Hugo Chávez Frías, Presidente de la República de Venezuela, UNESCO, 26 de octubre de 1999. Recuperado de https:// unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000117945_spa

Nerkis, A., Iraima A,. (2005), Ética del docente, *Revista Educación en Valores, 1*(3), 23-32

Ordine, N., (2013), *La utilidad de lo inútil*, Editorial Acantilado, Barcelona, 176 pp.

Polya G., (1965), *Cómo plantear y resolver un problema*, Editorial Trillas, México, 215 pp

Renard, J. (1990) *Journal (1887-1910)*, RobertLaffont, París, 1140 pp.

Samaniego, F.M. (2006) *Fábulas Morales*, Edimat Libros, Arganda del Rey, 224 pp.

Wilczynski, V., y Douglas, S. M. (1995). Integrating design across the engineering curriculum: A report from the trenches. *Journal of Engineering Education 84*(3), 235-240.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Estancia inversa para un proyecto en sostenibilidad

Lorenzo Gastón Bosch[a], Lorenzo Solano García[b] y Javier Orozco-Messana[b]
lgastonbosch@gmail.com; lsolano@mcm.upv.es; jaormes@cst.upv.es

[a] IUT d'Orsay Paris-Saclay, Plateau de Moulon, 91400 Orsay (Francia)
[b] Universitat Politècnica de València, DIMM, Camino Vera s/n, 46022 Valencia (España)

Abstract

Flipped teaching has reached a wonderful new application through internship based project development. A student from IUT Paris-Orsay joined the proposed sustainable energy project for understanding the performance of a coupled a-Si PV panel / PEM reversible fuel cell for gathering the technical competencies related to physical measurements and data acquisition while at the same time developing a practical understanding of sustainable energy developments for application on the built environment.

The results have allowed the development of a pilot model of a photovoltaic (PV) powered residence in stand-alone. The model assesses the sizing, capital costs, control strategies, and efficiencies of coupled renewable energy systems. The internship turned out into a self-exploratory environment where the student acquired the expected technical skills in a natural application environment with excellent results.

Keywords: *Flipped internship, PBL, sustainable energy*

Resumen

La enseñanza invertida logra una nueva aplicación a través del desarrollo de proyectos en pasantías. Un estudiante del IUT Paris-Orsay se unió al proyecto de energía sostenible propuesto desde el DIMM para comprender el desempeño de un sistema híbrido compuesto por un panel fotovoltaico de aSi y una célula de combustible reversible tipo PEM para obtener, no solo las competencias técnicas relacionadas con las mediciones físicas y adquisición de datos requeridas, sino también una comprensión práctica de las bases fundamentales de la energía sostenible en la edificación.

Los resultados han permitido el desarrollo de un modelo piloto de una residencia fotovoltaica autónoma. El modelo evalúa el tamaño, los costos de capital, las estrategias de control y las eficiencias de los sistemas de energía

ISBN: 978-84-09-02970-9

renovable acoplados. La pasantía se convirtió en un entorno autoexploratorio en el que el estudiante adquirió las habilidades técnicas esperadas en un entorno de aplicación natural con excelentes resultados.

Palabras clave: *Pasantía inversa, PBL, energía sostenible.*

1. Introducción

Dentro del acuerdo de colaboración existente entre la Universidad de Paris Saclay y la UPV se reciben periódicamente estudiantes del IUT de Orsay para realizar pasantías financiadas por el gobierno francés. Se trata de estudiantes en su último curso antes de decidir su entrada en una Carrera Universitaria, o bien pasar al mundo laboral.

En este caso se planteó una estancia donde los objetivos académicos acordados correspondían al desarrollo de competencias en metrología, instrumentación y adquisición de datos. La pasantía se concretó con la supervision de los profesores Solano y Orozco para la evaluación de sistemas comerciales de generación fotovoltaica y células de combustible, con vistas a su integración en una vivienda autónoma desde el punto de vista energético.

Al estudiante se le facilitó un pre-diseño de los elementos a acoplar junto a unos objetivos concretos para el acoplamiento e integración de los mismos. El plan de trabajo fue diseñado conjuntamente con el alumno para concretar de forma natural el desarrollo metodológico, las necesidades de mediciones a realizar y el establecimiento de los parámetros de control y diseño de la instalación piloto.

2. Trabajo experimental

Los dispositivos (hardware) utilizados por el alumno durante la pasantía fueron: un panel fotovoltaico, una célula de combustible, diversos equipos para la adquisición y medida de señales eléctricas y los elementos necesarios para el conexionado de los mismos. A continuación se describe brevemente la puesta a punto del sistema y el trabajo experimental desarrollado.

2.1 Cadena de medición

Uno de los requisitos necesarios para llevar a cabo el trabajo propuesto consistía en medir señales de corriente y voltaje simultáneamente entre los bornes de un panel fotovoltaico. Para ello se utilizó una tarjeta electrónica de National Instruments con referencia NI 9219, implantada en un chasis NI cDAQ-9174. Esta tarjeta ofrece 4 canales y permite medir señales provenientes de distintos sensores, como pueden ser galgas extensométricas o termopares.

Previamente, tuvo que comprobarse el correcto funcionamiento de la tarjeta y que ésta era reconocida por el ordenador a través de las aplicaciones de software de National Instruments:

ISBN: 978-84-09-02970-9

LabVIEW y MAX (Measurement and Automation Explorer). En esta fase, para suministrar voltaje a la tarjeta se utilizó una fuente de alimentación de corriente continua.

La adquisición de señales de voltaje desde el entorno de NI MAX presentó algunas dificultades que fueron solventadas por el alumno. Cada uno de los 4 canales de la tarjeta NI 9219 está compuesto por 6 pines que miden distintas magnitudes físicas. De modo que fue preciso averiguar cuál de estos pines debía emplearse en la medición de voltaje. Además, para solventar las deficiencias iniciales en el conexionado y garantizar el contacto eléctrico entre los cables y la tarjeta se recurrió a la utilización de punteras especiales. Con el montaje a punto, pudo comprobarse que la curva del voltaje visualizada en función del tiempo se correspondía a la generada por la fuente de alimentación.

El siguiente paso consistió en calibrar la medición realizada por la tarjeta de NI mediante la comparación entre los voltajes de referencia generados por la fuente de alimentación y los medidos por la tarjeta. La fórmula siguiente expresa el cálculo de la diferencia relativa entre los valores de referencia y los valores medidos por la tarjeta o valores no calibrados (fig. 1)

$$\Delta = \frac{valor\ de\ referencia - valor\ medido}{valor\ de\ referencia} \text{ x } 100$$

Calibration Date : 22/11/2018
Expiration Date : 22/02/2019
Calibration Enabled? : Yes
If the calibration is expired, apply calibration and return warning.
Sample Size : 10
Sample Rate : 2 Hz
Additional Information :

Reference (fuente de tension)	Uncalibrated (medicion tarjeta NI)	Calibrated (ecuacion recta)	Reference - Calibrated	error (%)
1,0	0,99264	1,0312	-0,0312	3,12
3	3,0502	3,0454	-0,0454	1,51
5	5,0863	5,0596	-0,0596	1,19
8,5	8,6105	8,58445	-0,08445	0,99
12	12,1124	12,1093	-0,1093	0,91
15	15,1193	15,1306	-0,1306	0,87
20	20,1636	20,1661	-0,1661	0,83
25	25,1706	25,2016	-0,2016	0,81
30	30,2544	30,2371	-0,2371	0,79
				1,23

Units: Volts

History :
22/11/2018 calibracion : Calibrated

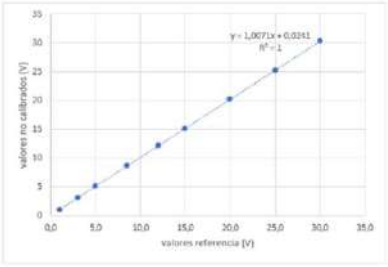


Figura1. Curva de calibración de la tarjeta.

También se dispuso del multímetro digital 34401A de Keysight Technologies, con una resolución de 0.1 µV, que puede medir voltajes de hasta 1000 V y que tiene un rango de trabajo entre 10 mA y 3 A.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2.2 Célula de combustible

La célula de combustible reversible utilizada es de tipo PEM fabricada por Cebekit con referencia C-7121. Se calibró un acoplamiento de 3 de estas células con un generador de tensión para determinar los ratios de producción de hidrógeno (fig. 2).

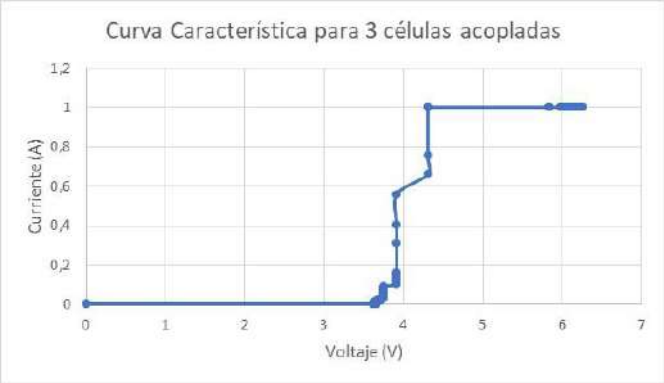


Figura 2. Calibración Célula PEM.

2.3 Panel fotovoltaico

El panel fotovoltaico utilizado, de la empresa Xunzel, es de silicio amorfo y tiene una potencia eléctrica máxima de 7 W.

Para cubrir todo el rango de voltajes (entre el voltaje de corto circuito y el de circuito abierto, es decir 18.7 V medidos con el multímetro Keysight) se dispuso de una resistencia variable de 20 kΩ en dos tramos seleccionables según la forma de conexionado de sus tres terminales.

Tras configurar dos de los canales de la tarjeta NI para las dos magnitudes físicas a medir (corriente y voltaje) se pudieron adquirir las lecturas correspondientes mediante el asistente DAQ obteniéndose la curva de la fig. 3.

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

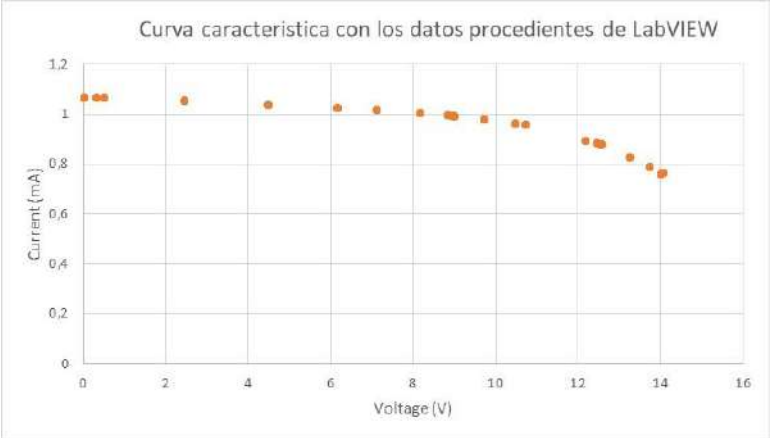


Figura 3. Curva de generación del panel PV de Xunzel.

Con los datos de esta curva se determinaron la eficiencia de conversión (η) y el factor de llenado o fill factor (FF).

$$\eta = \frac{Potencia\ electrica\ maxima}{Potencia\ luminica\ de\ entrada} = \frac{Imax*Vmax}{Pentrada}$$

$$FF = \frac{Imax*Vmax}{Icortocircuito*Vcircuito\ abierto} = \frac{8.77*10^{-4}*12.58}{1.065*10^{-3}*21.5} = 0.482 = 48.2\ \%$$

El primero de estos parámetros, la eficiencia de conversión traduce la capacidad de la célula para convertir la energía lumínica que recibe en energía eléctrica.

3. Almacenamiento de energía fotovoltaica y edificios

De cara a un futuro basado en el desarrollo sostenible, el vector energético hidrógeno, producido a partir de energías renovables, está adquiriendo cada vez más protagonismo. Y dentro de este campo, el hidrógeno producido con energía solar se presenta como un modo adecuado de almacenar, en forma de energía química, la energía procedente del sol. Con ello se consigue subsanar uno de los principales obstáculos para el aprovechamiento de la energía solar, su carácter intermitente, ya que, aunque existen métodos de almacenamiento de dicha energía, todos ellos presentan muy bajo rendimiento.

La electrólisis del agua es una tecnología conocida, en la que se lleva investigando muchos años. De forma teórica se puede afirmar que la electrólisis del agua se produce cuando se hace pasar una corriente eléctrica entre dos electrodos sumergidos en un electrolito. Este

ISBN: 978-84-09-02970-9

método permite el almacenamiento de energía en forma de combustible generado por las células de combustible (en este estudio se trabaja con células PEM reversibles).

Una celda de combustible es un dispositivo electroquímico donde la electricidad se genera a partir de una fuente externa de combustible (habitualmente hidrógeno) y de oxígeno, sin combustión. Una celda de combustible no se agota ni requiere recarga. Producirá energía en forma de electricidad y calor mientras se le provea de combustible. El único subproducto que se genera es agua, operando también a la inversa por lo que puede generar hidrógeno y oxígeno a partir de electricidad.

Los paneles solares idóneos con la tecnología actual industrializada son los de silicio amorfo (aSi) que ofrecen rendimientos integrados altos para un amplio rango de orientaciones y condiciones climáticas.

El presente trabajo ha integrado ambos sistemas y pretende cuantificar los rendimientos cruzados a fin de documentar los datos de partida que permitan diseñar instalaciones con estos elementos acoplados (celdas de combustible y paneles solares) de forma segura con vistas al funcionamiento de una vivienda en modo de isla energética.

Conociendo los rendimientos de la generación de electricidad fotovoltaica y de la célula de hidrógeno, junto a la capacidad que tiene la misma célula para almacenar energía en forma de hidrógeno, se dispone de todos los datos de diseño necesarios.

4. Metodología docente

La pasantía propuesta parte de unos elementos tecnológicos que requieren el desarrollo de las competencias técnicas previstas en el alcance académico propuesto. Sobre este requerimiento académico se ha estructurado una necesidad real, integrada en un trabajo de investigación existente en el DIMM (Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales), donde el alumno desarrolla en un contexto real la preparación competencial adquiriendo a través de la metodología de aprendizaje basado en proyectos (PBL) la capacitación competencial. Los elementos sobre los que se estructura esta aplicación de la metodología son:

- Objetivos reales con cuantificación natural de restricciones y datos de campo.
- Aprendizaje inverso desde la necesidad hasta la solución, donde el propio estudiante incorpora, con la tutorización adecuada, los objetivos técnicos de aprendizaje.
- Integración en el trabajo de normativa y aplicación técnica desde la necesidad real plateada a través de los objetivos.
- Auto-pautado del ritmo y secuencia de trabajo en base a un plan impuesto por el proyecto donde está inmersa la pasantía.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Elevada motivación y satisfacción por ver los resultados plausibles del trabajo realizado.

5. Resultados

La pasantía obtuvo unos excelentes resultados académicos en la evaluación realizada en la Universidad de origen, recibiendo una felicitación expresa del equipo responsable del programa de pasantías francés.

El alumno evaluó su experiencia con el nivel más alto de satisfacción y su experiencia se ha incorporado de forma destacada en su curriculum.

Se va a ampliar el programa de pasantías con la UPV.

6. Conclusiones

El actual desarrollo de las metodologías docentes basadas en problemas y/o proyectos se complementa de forma idónea con la metodología de docencia inversa cuando se aplican en entornos reales, consiguiendo una muy alta motivación y excelentes resultados en el proceso de aprendizaje.

Referencias

Hmelo-Silver, C E, Chinn, C A, O'Donnell, A M and Chan, C. 2013. The international handbook of collaborative learning., New York: Routledge, 148 pp. II 79 pp.

Chi, M T and VanLehn, K A. 2012. Seeing deep structure from the interactions of surface features. Educational Psychologist, 47: 177–88.

Kinkade, S. 2005. A snapshot of the status of problem-based learning in US medical schools, 2003–04. Academic Medicine, 80: 300–1.

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

Responsabilidad Social Corporativa e Ingeniería Industrial: Conceptos exigidos por la sociedad en los programas de formación.

C. de Lama Burgos[a], C. Manzanares Cañizares[b], C. Gonzalez-Gaya[c]
cdelama2@alumno.uned.es; cmanzanar2@alumno.uned.es; cggaya@ind.uned.es

[a]UNED, C/ del Rosal 12, 28040, Madrid, España
[b]UNED, C/ del Rosal 12, 28020, Madrid, España
[c]UNED, C/ del Rosal 12, 28040, Madrid, España

Abstract

Today's society demands something more than functional products and services at competitive prices. Respect for the environment, transparency within organizations, cooperation for development or respect for human rights are values assumed by all consumers, helping companies to adopt these values.

Engineering in general and especially industrial engineering is linked to all production and distribution processes in all economic sectors and therefore has a specific weight of vital importance for compliance with current liability demands.

Although Corporate Social Responsibility (CSR), which in some way encompasses these values, is a relatively recent concept compared to industrial engineering, its importance in the academic development of students must be analyzed given that the most competitive organizations and companies already. They are aligned with this business philosophy.

Given that the curricula that give access to habilitating professions must comply with strict competences, it is necessary to analyze how to incorporate the demands of society and therefore of the companies that require engineers from the industrial field.

Keywords: *Industrial engineering, corporate social responsibility, training, competences*

Resumen

La sociedad actual demanda algo más que productos y servicios funcionales a precios competitivos. El respeto por el medio ambiente, la transparencia

ISBN: 978-84-09-02970-9

dentro de las organizaciones, la cooperación al desarrollo o el respeto de los derechos humanos son valores que se han implantado en el colectivo de los consumidores, contribuyendo a que las empresas adopten dichos valores.

La ingeniería en general y, en especial la ingeniería industrial, está vinculada a todos los procesos productivos y de distribución en todos los sectores económicos y, por tanto, tiene un peso específico de vital importancia para el cumplimiento de las demandas de responsabilidad actuales.

Aunque la Responsabilidad Social Corporativa (RSC), que de alguna manera engloba estos valores, es un concepto relativamente reciente en comparación con la Ingeniería Industrial, se debe analizar su importancia dentro del desarrollo académico de los estudiantes, dado que las organizaciones y compañías más competitivas ya están alineadas con esta filosofía empresarial.

Dado que los planes de estudios que dan acceso a profesiones habilitantes deben cumplir con unas competencias estrictas, es necesario analizar cómo incorporar las demandas de la sociedad y, por tanto de las empresas, que requieren ingenieros del ámbito industrial.

Palabras clave: *Ingeniería industrial, responsabilidad social corporativa, formación, competencias*

1. Introducción.

La ingeniería industrial tiene influencia en todos y cada uno de los sectores económicos, tanto en el primario, que engloba la actividad agropecuaria y minera, como en el sector terciario que engloba la actividad relacionada con los servicios y, por supuesto, tiene especial incidencia en el sector secundario, que comprende todas las actividades económicas relacionadas con la transformación industrial de los alimentos, transformación de otros tipos de bienes que pueden a su vez, en caso necesario, ser la base para la fabricación de nuevos productos y, en general, la actividad relacionada con la construcción, la producción energética y la fabricación.

Por otra parte, la ingeniería industrial está presente en todas las organizaciones y empresas cualquiera que sea su actividad. Esta presencia puede darse en el momento de constituirse la organización, mediante el diseño y construcción de las instalaciones necesarias para su funcionamiento, o directamente por ser actividades industriales. También se establece la infuencia a través del mantenimiento de las instalaciones y del ahorro energético.

La ingeniería industrial ha estado presente en el mundo desde el mismo instante en que se empezaron a fabricar los primeros utensilios y herramientas por parte de homínidos hace más de 2 millones de años, desarrollando una ventaja competitiva respecto al resto de las

ISBN: 978-84-09-02970-9

especies. La metalurgia, entendida como la técnica para extraer minerales y transformarlos en frío o caliente para conseguir algo de ductilidad y así crear utiles o herramientas, ya estaba presente en el período neolítico varios miles de años antes que la escritura.

La Revolución Industrial, que se inició a mediados del siglo XVIII, fue el motor fundamental de una evolución tecnológica que cambió el concepto de producción y provocó la mayor transformación económica, social e incluso demográfica de la historia de la humanidad, con el traslado de gran parte de la población rural hacia las ciudades.

En ese tránsito se tenía la creencia de que los recursos naturales eran ilimitados. Los materiales contaminantes, el gasto de energía durante la producción o la anteposición del beneficio empresarial a la calidad del trabajo y a la seguridad de los trabajadores eran circunstancias asumidas por la sociedad. De esta manera, a principios del siglo XX algunos fabricantes pidieron a sus ingenieros que diseñaran ciertos productos para que tuvieran una vida útil menor de lo que ya estaba establecido y así crear una necesidad de mayor consumo.

La obsolescencia programada es la concepción de un producto, programando de antemano el fin de su vida útil, quedando de este modo tras el tiempo determinado, como obsoleto o inservible por diversos procedimientos. De este modo, el consumidor, que tiene asumida esta obsolescencia, ve más rentable adquirir uno nuevo antes que reparar o simplemente cambiar alguna de la piezas gastadas del que ya tiene.

Las consecuencias son, además de un incremento artificial de la fabricación y de las ventas, un mayor consumo de energía, mayor acumulación de residuos y la generación de contaminantes ligados a la producción.

1.1 Nuevas exigencias en la sociedad. La adaptación de los ingenieros

Esta tendencia de explotación de recursos sin control comienza a alterarse en la década de los 60 del siglo XX, debido a distintos acontecimientos que provocan una reacción conservacionista de la sociedad basada en tres pilares:

- Conservar y regenerar los recursos naturales.
- Preservar la vida silvestre.
- Reducir la contaminación urbana y conseguir ciudades sostenibles.

El activismo en este sentido del consumidor, ha ido evolucionando de manera más exigente y tanto precio como funcionalidad ya no son valores suficientes.

El sector empresarial y, particularmente el industrial, son sectores que no pueden ser ajenos a las exigencias de sus clientes. Actualmente, el mundo está cada día más globalizado con información disponible para todas las personas. Además, la opinión de los clientes tanto sobre el producto como sobre la propia empresa se ve reflejado en redes sociales, influyendo de manera decisiva en el resto de los clientes y potenciales clientes.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Esta corriente, además, se ha extendido, incluyendo servicios como los bancarios, de seguros y otros sectores desde la crisis finaciera del 2007, en la que los consumidores han tenido una crisis de confianza y exigen transparencia en la gestión y ética en las decisiones que afecten al medio ambiente o a los grupos de interés.

Tanto las empresas como los ingenieros industriales que participan en el diseño o la producción de los bienes de dichas empresas, han tenido que adaptarse a las nuevas exigencias de la sociedad. Algunas de estas exigencias están encaminadas a producir bienes evitando aspectos como los siguientes:

- Maltrato animal: Engorde, sacrificio, experimentación.
- Explotación laboral, en especial la infantil en países en vías de desarrollo.
- Calidad y salubridad de los productos alimenticios.
- Contaminación producida por industrias y vehículo privado.
- Energética nuclear.
- Seguridad y calidad en el trabajo.
- Comercio justo. Apoyo a proveedores en países en vías de desarrollo.

En cualquier caso, los ingenieros industriales, al participar en cualquier proceso productivo, deben tener en cuenta que sus trabajos dentro de las empresas deben tener en consideración no solo la legalidad de las actuaciones, sino la ética profesional, aunque no esté considerada dentro de la normativa de obligado cumplimiento.

2. Metodología

Es evidente la influencia de los ingenieros industriales en todos los procesos productivos y su responsabilidad como técnicos competente,s siendo parte integrada en la responsabilidad empresarial.

La responsabilidad social corporativa (RSC) o la responsabilidad social empresarial (RSE) es un concepto de gestión integral por el cual, las organizaciones y, en particular las empresas, asumen las consecuencias sociales, económicas y medioambientales generadas por su actividad. Los mecanismos para poner en práctica esta responsabilidad son, por un lado, la rendición de cuentas y por otro, el diálogo con los grupos interesados o afectados por los resultados de la actividad empresarial. La rendición de cuentas implica la obligación del ingeniero, en este caso, de responder ante quienes controlan los intereses de la organización y, a su vez, la propia organización tendrá que responder ante las autoridades competentes.

Dependiendo del grado de impacto causado, tanto ingeniero como organización responderán ante aquellos afectados por sus decisiones y actividades, todo ello acorde con la naturaleza de dicho impacto y las circunstancias concretas.

ISBN: 978-84-09-02970-9

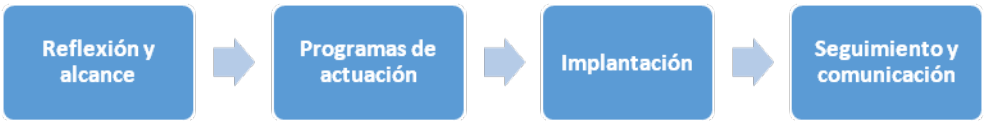
Los grupos interesados son básicamente quienes pueden afectar o son afectados por las actividades de la empresa. Dentro de estos grupos interesados se pueden incluir a los accionistas, a las asociaciones de vecinales, a los sindicatos y a los propios trabajadores de la organización o directiva de la misma, por lo que en cualquier caso, el ingeniero sería parte de uno de los grupos interesados.

Los ingenieros, como parte del proceso de producción, tienen una responsabilidad personal activa y pasiva. La responsabilidad activa es la responsabilidad que asumen por la labor que realizan dentro de la organización, una labor en la que se tienen ideas y se toman decisiones, de tal modo que sus actos influyen en la gestión empresarial. La responsabilidad pasiva es la que se asume posteriormente por una mala praxis o por una negligencia profesional.

Cuando la empresa tiene implantada la gestión con responsabilidad social, el ingeniero debe conocer el alcance de la gestión para adaptar su trabajo.

La implantación y mantenimeinto de la responsabilidad social empresarial puede dividirse en cuatro fases en las que puede estar presente la labor del ingeniero industrial.

Figura 1



Fuente: Elaboración propia

La reflexión y el alcance hace referencia al compromiso de los responsables y empleados para disponer de recursos humanos, económicos y materiales.

La elaboración de los programas de actuación hacen referencia a los valores, misión y visión de la empresa, la identificación de los grupos de interés y, en caso de que la empresa ya esté funcionando, un análisis de su estado actual en referencia a la responsabilidad social.

Con la implantación se definen las actuaciones necesarias para llevar a cabo los programas de implantación.

En referencia al seguimiento y comunicación, debe realizarse de forma periódica, para que la empresa obtenga un impacto positivo en clientes y otros grupos de interés.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2.1 Análisis de los planes de estudio en ingeniería industrial y la RSC.

La Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, establece los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial y la Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, establece los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

En las dos citadas Órdenes se establecen las competencias que deben adquirir los estudiantes tanto de Grado como de Máster durante su formación. Así, dentro de los objetivos de las competencias que deben adquirir los estudiantes de Grado, se menciona la capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnica,s aunque en el contenido mínimo exigido en los planes de estudios no se vea reflejado.

En el caso de los estudiantes de Máster en Ingeniería Industrial, en los objetivos de las competencias se menciona la capacidad de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. En este caso, igual que en el anterior, el programa de formación no incluye referencias en el contenido mínimo exigido en el plan de estudios.

2.2 Incorporación del concepto RSC dentro de los planes de estudios.

Debido a la dificultad para modificar los itinerarios de los planes de estudios, sobre todo de titulaciones habilitantes, se hace más complejo adaptar las materias a las nuevas exigencias de la sociedad.

Por ello, se propone la incorporación como concepto de la RSC en trabajos que se realicen en cualquier materia y curso académico, y con especial incidencia en los proyectos basados en proyectos.

El aprendizaje basado en proyectos requiere comunicación entre los estudiante,s lo que facilita el debate siguiendo el proceso de la Figura 1, y así implementar el concepto RSC en cada proyecto.

Para facilitar la valoración del cumplimiento RSC, se proponen 4 áreas:

- Área económica
- Área medioambiental
- Área sociocultural
- Área laboral

Al igual que los proyectos técnicos como los de fabricación de un producto, la construcción o el diseño de instalaciones de seguridad industrial, en su documentación, memoria, planos, pliego de condiciones, etc. deben justificar el cumplimiento de la normativa de obligado cumplimiento y normativas de reconocido prestigio, en este caso se deben, además, justifi-

ISBN: 978-84-09-02970-9

car los puntos en los que desarrollen las cuatro áreas citadas, aunque debido al objeto de este tipo de proyectos, puede tener mayor incidencia las áreas medioambiental y económica. En el caso de proyectos industriales más vinculados a la empresa, como son el diseño de plantas de producción, diseño logístico, gestión ágil de proyectos, etc., todas las áreas tienen incidencia económica, medioambiental, pero con especial interés del área sociocultural y laboral.

El desarrollo del cumplimiento de estas áreas en referencia a las competencias definidas en las Órdenes CIN correspondientes, serían las siguientes:

Tabla 1. Conceptos RSC para valoración

Área RSC	Justificación
Área económica	Mejora productiva
	Evaluación de eficiencia
	Creación de riqueza
Area medioambiental	Producción con reducción del impacto ambiental
	Reducción de consumo de energía y materias primas
	Evitar la contaminación
	Favorecer el reciclaje
	Uso eficiente del agua
Área sociocultural	Procesos de contratación
	Formación interna del personal
	Seguridad y salud en el trabajo
	Políticas de conciliación laboral
	Sistemas abiertos de comunicación interna
	Sistemas transparentes de promoción interna
	Mantenimiento del empleo a largo plazo.
Área laboral	Búsqueda de vínculos y dialogo con la comunidad
	Compromiso y acción social con la comunidad
	Cooperación al desarrollo

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Conclusiones

Las organizaciones cada vez son más conscientes del impacto social y medioambiental que producen, lo que implica que se las vaya a medir por parte de la sociedad por su desempeño integral. A su vez, la sociedad cada vez más reclama que los métodos de producción y distribución sean sostenibles y respetuosos.

Los Ingenieros Industriales y todos los técnicos competentes de todas las titulaciones del ámbito industrial tienen un gran peso en sus decisiones dentro de todos los sectores económicos, y es palpable históricamente la influencia del progreso industrial en todos los ámbitos de la sociedad.

Actualmente, en España, las titulaciones de Máster en Ingeniería Industrial y los Grados del ámbito Industrial tienen unas competencias que cumplir y que deberían adaptarse en la medida de lo posible a las nuevas exigencias de la sociedad.

Si las empresas deben cumplir los indicadores antes expuestos para progresar y estabilizar su crecimiento, los estudiantes de todas las titulaciones de Ingeniería Industrial deben conocer cuál es la realidad actual y por ello, ser valorados sus trabajos, tanto los proyectos basados en prendizaje como los trabajos fin de grado o fin de máter, cumpliendo en sus proyectos con los indicadores mínimos de cada área de la RSC.

Referencias

Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial

Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial

Mora F. (2013). Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama. Alianza Editorial Ed. Madrid (España). 38 pp.

Ibo van de Poel, Lambèr Royakkers (2011). *Ethics, Technology, and Engineering*. Ed Wiley-Blackwell. Reino Unido. 9-14 pp

Cubero JJ. (2009). *La Responsabilidad Social de las Empresas en la Ingeniería.* FORUM CALI-DAD Nº 199. España. 56-60 pp.

Canelo-Perez, J., Mas-Alique, P.. (2018). *Defining social responsibility goals. dyna*, 93(1). 13. DOI: http://dx.doi.org/10.6036/8521

Andía Valencia, W. (2015). *La responsabilidad social: análisis del enfoque de ISO 26000*. Industrial Data, 18 (2), 55-60.

Pérez Espinoza, M.J, Espinoza Carrión, C., Peralta Mocha, B. (2016). *La responsabilidad social empresarial y su enfoque ambiental: una visión sostenible a futuro*. Revista Universidad y Sociedad, 8(3), 169-178.

ISBN: 978-84-09-02970-9

¿Cómo nos ven nuestros estudiantes y que sienten cuando les damos las clases?

Beatriz Amante [a], Cristina Amante[b]
beatriz.amante@upc.edu,; amante_cri@gva.es

[a] Universitat Politècnica de Catalunya (ESEIAAT, Colom 11, 08224 Terrassa-España)
[b] INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES de Alicante (Juzgados de Alicanta,Avenida de aguilera, 03007, Alicante, España)

Abstract

In this paper, an exploration has been made about the relationship that exists between the emotions that we provoke to our students when they receive the class in a particular subject and the motivation to follow and get involved in it, as well as in the influence in future decision making. In this first exploration we can highlight that there is a relationship between emotions and the evaluation or perception that students have in the transmission of knowledge. But a deeper study is needed to determine them clearly

Keywords: *Emotions, evaluation, knowledge, decision making*

Resumen

En el presente trabajo se ha realizado una exploración sobre la relación que existe entre las emociones que les provocamos a nuetros estudiantes cuando reciben la clase en una asignatua en particular y la motivación para seguir e implicarse en la misma, así como en la influencia en la toma de decisiones futura. En esta primera exploración podemos destacar que existe una relación entre las emociones y la evaluación o percepción que tienen los estudiantes en la transmisión del conocimiento. Pero hace falta un estudio más profundo para determinar las mismas de forma clara

Palabras clave: *Emociones, evaluación, conocimiento, toma de decisión*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

Siempre que nos preparamos para entrar en una clase, pensamos en tener el temario controlado, el como se lo expondré a los estudiantes y sobre todo pensamos que los estudiantes son reflexivos como nosotros y por ello sabrán apreciar el conocimiento que se les transmita. Pero no es cierto, nuestros estudiantes son mucho más emocionales. Funcionan por impulsos a la hora de tomar decisiones, como si les gusta o no el profesorado que está en ese momento en clase; en cuanto a la asignatura si les trasmite algún tipo de emoción que le estimule ganas de quedarse o salir corriendo, etc…

Avances recientes en neurociencia están investigando las conexiones entre la emoción, el funcionamiento social y la toma de decisiones, ya que tienen el potencial de revolucionar nuestra comprensión y manera de adquirir conocimientos (Immordino-Yang & Damasio, 2007). En particular, la evidencia neurobiológica sugiere que los aspectos de la cognición que más usamos cuando estamos en un proceso de formación sería: el aprendizaje, la atención, la memoria, la toma de decisiones y el funcionamiento social(Fischer et al., 2007). Estos se ven profundamente afectados y forman parte de los procesos emocionales o como es llamado “el pensamiento emocional” (Suárez-Orozco, 2007).

Por otro lado, podemos decir que el afecto abarca emociones y por tanto pensamiento emocional y por otro lado el estado de ánimo que es más instantáneo o momentáneo, considerado como de baja intensidad. El afecto además se utiliza como evaluador de los sentimientos cognitivos.

Según (Yannet Valencia Chacón, n.d.), si imaginamos a un estudiante en el momento de hacer un examen, pasaría:

- El estudiante se sentiría nervioso(emoción afectivo);
- preocupado por el fracaso (cognitivo);
- Durante el proceso de ejecución del examen, experimentará un aumento de la actividad cartiovascular (fisiológica);
- Se autoestimula para conseguir salir airoso de la situación (motivación)
- Y en su expresión se dibuja una expresión ansiosa (expresivo).

Algunas teorías como la presentada por (Weiner, 1985) habla de la teoría de la atribución, que está basado en la conducta del logro mediante las atribuciones percibidas en logros anteriores y las consecuencias, tanto cognitivas como afectivas previas. Por tanto, se basa en hacer aflorar sentimientos vividos previamente que generen o provoquen que experimenten emociones positivas, y esto que de alguna manera provoque un aumento del rendimiento. Ahora solo falta el encontrar la manera más fácil para poder medir como afecta al rendimiento escolar y a su aprendizaje (Mas, 1989).

En el presente trabajo se ha intentado demostrar que efectivamente las emociones que hacemos sentir a los estudiantes en el aula, están relacionadas directamente con la motivación ante la asignatura impartida. Para demostrarlo, hemos planteado en una clase del máster de

ISBN: 978-84-09-02970-9

formación del profesorado, impartido en la universidad Politècnica de Catalunya unas sesiones donde presentaban su primer día de clase.

El campo de estudio eran estudiantes y profesores que debían expresar las emociones que le habían provocado tanto las presentaciones realizadas por los diferentes profesores en su simulacro como primer día de clase, como en unos vídeos realizados para sintetizar la salida profesional relacionada con el conocimiento adquirido en la asignatura.

2. Trabajos Relacionados

Existen trabajos previos en los que se aplican herramientas TIC/TAC donde se demuestra que existe un aumento de la motivación, como en (Simo et al., 2010)(Martínez, Amante, & Cadenato, 2012; Rodríguez Donaire, Amante García, & Oliver del Olmo, 2010; Silvia & Beatriz, 2012; Simo et al., 2010).

Podemos encontrar también neurólogos que estudian la relación entre el conocimiento y las emociones, como hemos visto en la introducción del presente trabajo.

Y uno de los puntos clave para el profesorado es relacionar las emociones con el desarrollo cognitivo de un individuo. Esa es la clave. Nosotros nos centramos en la motivación y en provocar en los estudiantes una correcta toma de decisiones gracias a esta emoción.

3. Metodología

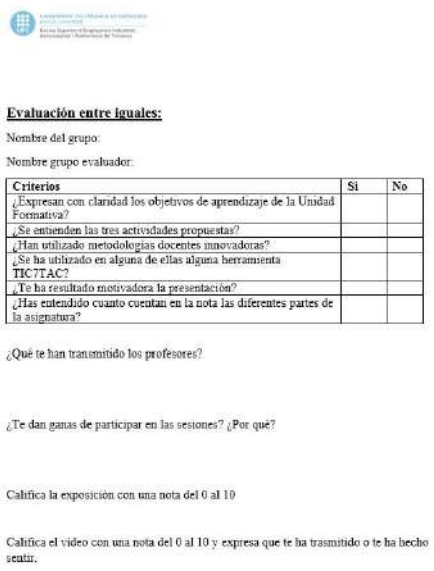
Este trabajo tiene como objetivo demostrar que los estudiantes se rigen por las emociones cuando están en clase y a partir de ahí, toman la decisión de quedarse con nosotros o no cursar la asignatura. Uno de los ingredientes clave es la motivación y por ello, relacionaremos y mediremos la motivación que provocamos en nuestros estudiantes el primer día de clase.

Para ello se han formado 7 grupos de trabajo con 4 o 5 futuros profesores de Formación profesional en cada uno.

Cada grupo realizará como trabajo la definición de una Unidad Formativa (UF) dentro de un ciclo formativo de una familia profesional. Realizarán la guía docente, detallando las diferentes actividades que realizarán para poder desarrollar las competencias (técnicas, genéricas, transversales,…). El reto es proponer una UF utilizando metodologías activas motivadoras para los estudiantes. A partir de tener la planificación de la asignatura y la definición de las actividades a desarrollar, se preparará una presentación y un vídeo de 2 minútos máximo que expondrán a un grupo de profesores y a los compañeros, con dos premisas:

ISBN: 978-84-09-02970-9

1ª: Tomar el rol de estudiantes los que están viendo la presentación y realizar todas las preguntas, comentarios y dudas que se puedan ocurrir, pensando que son alumnos. Además de cumplimentar una pequeña encuesta (Ver Figura 1), donde se les pide que evalúen la presentación en base a los sentimientos y emociones que les transmitan los profesores o la presentación. Podemos ver que es muy sencilla, pero hay tres partes bien diferenciadas. Una que es de contenido, otra que mide las emociones que transmiten y la última es el ranquing que se realizará una vez visto todas las presentaciones y los vídeos. Para los ranquing se debe llegar a un consenso entre los diferentes miembros del grupo, para poner una nota y una posición. Además de llegar a una consenso sobre la posición en la que se situará al propio grupo.



Evaluación entre iguales:

Nombre del grupo:

Nombre grupo evaluador:

Criterios	Si	No
¿Expresan con claridad los objetivos de aprendizaje de la Unidad Formativa?		
¿Se entienden las tres actividades propuestas?		
¿Han utilizado metodologías docentes innovadoras?		
¿Se ha utilizado en alguna de ellas alguna herramienta TIC?TAC?		
¿Te ha resultado motivadora la presentación?		
¿Has entendido cuanto cuentan en la nota las diferentes partes de la asignatura?		

¿Qué te han transmitido los profesores?

¿Te dan ganas de participar en las sesiones? ¿Por qué?

Califica la exposición con una nota del 0 al 10

Califica el video con una nota del 0 al 10 y expresa que te ha trasmitido o te ha hecho sentir.

Figura 1. Pequeño formulario a cumplimentar por los profesores/ alumnos que presencian las primeras sesiones de las diferentes UFs trabajadas.

2ª Realizar un vídeo que no dure más de dos minutos y que sea lo más motivador posible. Donde vendan la asignatura y las posibles salidas profesionales a la que pueden optar con los conocimientos que les aporta la UF que están apunto de comenzar.

A partir de aquí, se les solicita realizar un ranking del mejor vídeo y mejor presentación. Esta evaluación se contrastará con la proporcionada por los profesores presentes en la sala.

Por último se analizará la relación de los sentimientos expresados, con la motivación generada por cada asignatura.

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Resultados

Se formaron 7 grupos diferentes por especialidades (excepto uno que es un conjunto de diferentes especialidades y lo llamaremos “ninguno de los anteriores”). Se vió una relación directa entre la expresión de motivación de los que desempeñaban el rol de alumnos y las notas medias de cada grupo. Esto también se reflejó en los ránquings de forma directa. Como vemos el grupo que se posicionó el primero en los ranquing es el grupo de informáticos que tiene la puntuación más alta.

Tabla 1. Tabla de Ejemplo Times New Roman 8,5

	Electrónicos	Diseño	Eléctricos	Informáticos	Industriales	Arquitectura	Ninguno de las anteriores (guión película)
nota media presentación	6,5	7,6	7,7	8,1	7,3	7,5	7,4
nota media vídeo	8,5	7,2	8	9,0	8,7	8,1	7,4

Si nos fijamos en la Tabla 1, donde aparecen las notas medias de los siete grupos, podemos ver que el grupo de informáticos destaca tanto en las presentaciones como en la nota media de los vídeos. Si analizamos las Figuras 2 y 3, que presenta los ranquing propuestos por los diferentes grupos, incluyéndose el equipo evaluador, hay una pequeña dispersión entre las notas que solo son de los otros grupos que evalúan a los compañeros y no está la autoevaluación incluida.

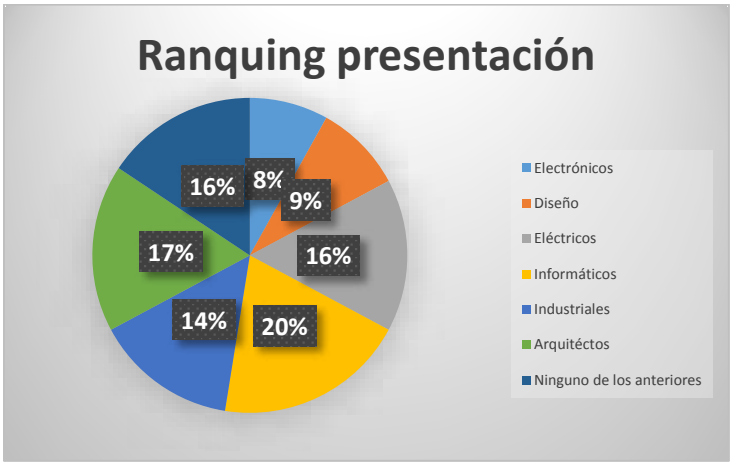


Figura 2. Reparto en porcentaje del ranquing de puntuación de las presentaciones realizadas por los diferentes grupos

También destaca que los peor valorados en la presentación (grupo electrónicos), con una nota media menor, aparece reflejado en la Figura 2.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Por otro lado el vídeo peor valorado es el del grupo de diseño y también destaca en la nota media.

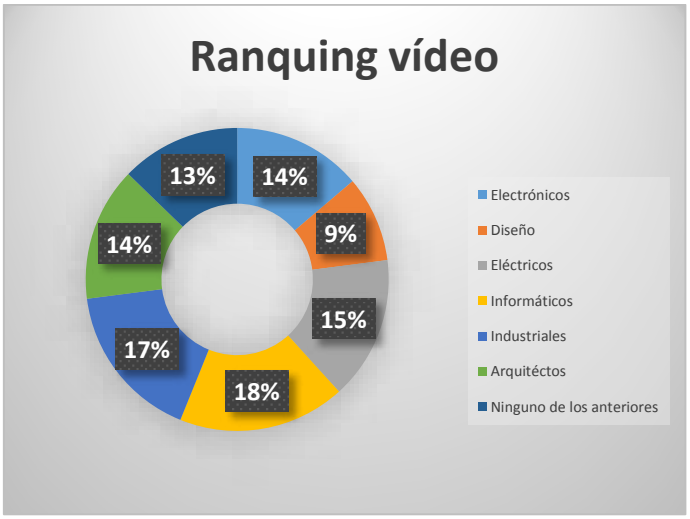


Figura 3. Reparto en porcentaje del ranquing de puntuación de los vídeos realizados por los diferentes grupos

En la Tabla 2 presentamos los sentimientos expresados por los diferentes alumnos que participaron a las presentaciones del primer día de clase de los diferentes grupos de profesores. Solo hemos destacado los dos grupos peor valorados, que eran "ninguno de los anteriores" y "diseño". Nos hemos dado cuenta a partir de este ejercicio que nuestros alumnos no saben en muchos casos expresar las emociones que les provoca una presentación o un vídeo. En algunos casos, expresan lo que transmiten los oradores o profesores, en otros casos comentan el carácter de lo que escuchan (por ejemplo: es muy técnico). Pero en algunas ocasiones definen una emoción, tal como "Pasión" "pesadez" "agobio", donde en algunos casos son emociones propias y otros vuelven a ser emociones que reglejan los oradores y les influyen a ellos mismos.

También podemos destacar que entre los dos vídeos peor valorados en el caso de "Ninguno de los anteriores", las emociones que cuatro de los seis grupos de alumnos expresan son positivas.

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

Tabla 2. Expresión de sentimientos de los grupos peor valorador en vídeo

Ninguna de las anteriores		**Diseño**	
Presentación	**Vídeo**	**Presentación**	**Vídeo**
entusiasmo por transmitir el contenido de la UF	**Ganas**	Muy técnico y poco motivador	Muy técnico y poco motivador
Motivación y seguridad	**el vídeo me ha motivado.**	Conocen bien la materia que presentan, pero no tenemos claro todo el contenido.	Incierto
No han transmitido pasión por el tema. Comprensible si no son del tema. Ganas e interes pero no parece que vayan a hacer la asignatura muy divertida. Demasiado larga.	El vídeo poco motivador.	seguridad y conocimiento de la materia	seguridad
Entusiasmo por la asignatura	**Pasión**	el dar los correos , nos hace sentir que nos darán soporte.	El vídeo poco motivador.
poca motivación, hablaron mucho	Pesadez	que hay mucho trabajo y estarán siempre disponibles	Agobio
Mucha enfasis y motivación en explicar la uf y los objetivos y contexto.	**Vídeo original**	seguridad, tranquilidad y motivación. Me ha transmitido ganas de aprender.	**energía**

Vemos que no tenemos en global una correlación directa entre motivación, emociones positivas y notas. Pero es una primera exploración, muy sencilla, que nos permite planificar en un futuro un estudio más profundo, definiendo las variables emocionales implicadas en la decisión. Nos ha hecho pensar que hay una variación entre lo que nosotros pedimos y lo que hacen, sobre todo si están en juego las emociones y por tanto seguiremos en esta línea con un trabajo más profundo.

5. Conclusiones

En este artículo hemos realizado una primera exploración sobre la relación entre las emociones que les provocamos a nuetros estudiantes cuando reciben la clase en una asignatura en particular y la motivación para seguir e implicarse en la misma.

En esta primera exploración podemos destacar que hay una relación entre las emociones y la evaluación o percepción que tienen los estudiantes en la transmisión del conocimiento. Pero nada concluyente, al no ser una exploración profunda.

Este trabajo nos ha dado pistas de como debemos realizar el diseño de las futuras evaluaciones, para determinar cuales son las emociones que debemos provocar en nuestros estudiantes a la hora de diseñar una asignatura/actividades.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Referencias

Fischer, K. W., Daniel, D. B., Immordino-Yang, M. H., Stern, E., Battro, A., & Koizumi, H. (2007). Why *Mind, Brain, and Education*? Why Now? *Mind, Brain, and Education*, *1*(1), 1–2. doi:10.1111/j.1751-228X.2007.00006.x

Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education. *Mind, Brain, and Education*, *1*(1), 3–10. doi:10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x

Martínez, M., Amante, B., & Cadenato, A. (2012). Competency assessment in engineering courses at the Universitat Politècnica de Catalunya in Spain. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, *10*(1), 46–52.

Mas, M. A. M. (1989). Educació i Cultura.

Rodríguez Donaire, S., Amante García, B., & Oliver del Olmo, S. (2010). e-Portfolio: a tool to assess university students' skills. Retrieved from http://upcommons.upc.edu/e-prints/handle/2117/10330

Silvia, R.-D., & Beatriz, A. (2012). Collaborative Environments, A Way to Improve Quality in Higher Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *46*, 875–884. doi:10.1016/j.sbspro.2012.05.216

Simo, P., Fernandez, V., Algaba, I., Salan, N., Enache, M., Albareda-Sambola, M., … Rajadell, M. (2010). Video stream and teaching channels: quantitative analysis of the use of low-cost educational videos on the web. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *2*(2), 2937–2941. doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.444

Suárez-Orozco, M. M. (2007). *Learning in the global era : international perspectives on globalization and education*. University of California Press. Retrieved from https://apps-webofknowledge-com.recursos.biblioteca.upc.edu/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=10&SID=D5IoX7FLYjgXeK9TC5i&page=1&doc=2&cacheurlFromRightClick=no

Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement. *Motivation and Emotion*, *92*(4), 548–573. doi:10.1037/0033-295X.92.4.548

Yannet Valencia Chacón. (n.d.). ¿De qué manera las Emociones Académicas influyen en el Aprendizaje? *Iberoamerica Divulga*.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Fomento del Emprendimiento Social en estudios de Ingeniería Industrial. Un enfoque basado en el Aprendizaje-Servicio.

E. Martínez-Caro, F. Campuzano-Bolarín y M.D. Aledo-Ruíz[a]
eva.martinez@upct.es; francisco.campuzano@upct.es; mdolores.aledo@upct.es

[a]Departamento de Economía de la Empresa, Universidad Politécnia de Cartagena, C/ Doctor Fleming s/n, 30201 Cartagena, España

Abstract

This paper describes the teaching innovation project that is being carried out in the undergraduate degrees of the School of Industrial Engineering of the Universidad Politecnica de Cartagena. This project is developed in the basic subject Companies Organization and Management and participate a total of 311 students belonging to 8 groups. The project consists in developing a company plan oriented to respond to some of the Sustainable Development Goals. The objective is to promote social entrepreneurship through the methodology of service learning, so that students apply the acquired knowledge to the development of an innovative idea with the intention of responding to a problem in their environment. It is intended to encourage the acquisition of transversal competences such as designing and undertaking innovative projects, and applying ethical criteria and sustainability in decision-making.

Keywords: *service-learning, social entrepreneurship, higher education, competences, sustainable development goals.*

Resumen

En este trabajo se describe el proyecto de innovación docente que se está realizando en los títulos de grado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena. Dicho proyecto se enmarca en la asignatura básica Organización y Gestión de Empresas y participan un total de 311 estudiantes pertenecientes a 8 grupos de docencia. El proyecto consiste en desarrollar un plan empresa orientado a dar respuesta a alguno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. El objetivo es fomentar el emprendimiento social mediante la metodología del aprendizaje servicio, de manera que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos al desarrollo de una idea innovadora con la intención de dar respuesta a un problema de su entorno. Con ello se pretende fomentar la adquisición de

ISBN: 978-84-09-02970-9

competencias transversales como diseñar y emprender proyectos innovadores, y aplicar criterios éticos y de sostenibilidad en la toma de decisiones.

Palabras clave: *aprendizaje servicio, emprendimiento social, educación superior, competencias, objetivos de desarrollo sostenible.*

1. Introducción

La idea de abordar el emprendimiento desde la universidad tiene como propósito influir en el comportamiento de los estudiantes de tal forma que muestren una mayor capacidad para resolver problemas con iniciativa y creatividad y desempeñen un papel más protagonista en los emprendimientos sociales, políticos, culturales y económicos, contribuyendo al desarrollo sostenible y sustentable de su comunidad. Hace más de una década, Hortal (2007) ya señalaba la necesidad de jóvenes emprendedores, con ideales y valores bien definidos, conscientes de las demandas sociales, y capaces de afrontar los retos del presente y del futuro, en contraposición a aquellos estudiantes acomodados y sistematizados. Hoy en día, cada vez cobra más fuerza la idea del emprendimiento social, poniendo el foco en una idea común: emprender para provocar el cambio social y dejar el mundo mejor de cómo lo encontramos.

El Aprendizaje-Servicio es una excelente metodología para desarrollar proyectos de emprendimiento social ya que combina procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en un solo proyecto bien articulado en el que los estudiantes se forman al trabajar sobre necesidades reales del entorno con el objetivo de mejorarlo. En el aprendizaje-servicio el estudiante identifica en su entorno próximo una situación con cuya mejora se compromete. Dicha situación puede enmarcarse en alguno de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) propuestos por la ONU.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que tradicionalmente las asignaturas universitarias se han orientado al desarrollo y evaluación de competencias específicas, dejando en un segundo plano las competencias transversales, las cuales, generalmente, no han sido objeto de evaluación. Sin embargo, en el contexto del EEES, ambas competencias deben ser desarrolladas y evaluadas a través de las distintas asignaturas de los planes de estudio.

En este proyecto se pretende integrar en una asignatura dedicada tradicionalmente al desarrollo de competencias específicas del campo de Organización de Empresas, competencias transversales mediante el desarrollo de proyectos de emprendimiento social. En este trabajo se aborda el emprendimiento desde el punto de vista empresarial, por lo que el proyecto de emprendimiento tiene como objetivo que los estudiantes logren identificar que, más allá de los conocimientos técnicos específicos, se demandará de ellos capacidad de trabajar en equipo, de identificar y solucionar problemas, de fijar objetivos y metas, de buscar y analizar información, de negociar, de generar redes de apoyo, de liderar, y de comunicarse (Braidot et al., 2008). El enfoque que se sigue trata de replicar el mundo real de los negocios al mismo tiempo que permite el desarrollo educativo. El modelo busca formar personas con una clara

ISBN: 978-84-09-02970-9

conciencia del entorno social en el que se desenvuelven con un enfoque hacia la generación de ideas innovadoras y con un alto grado de tecnología al servicio de la comunidad.

En conclusión, los objetivos del proyecto son:

1. Atender a la creciente demanda de la sociedad de fomentar el espíritu emprendedor.
2. Desarrollar proyectos de empredimiento social desde el enfoque del aprendizaje-servicio, enfocándolos a alguno de los ODS.
3. Facilitar la adquisición de competencias transversales como comunicarse oralmente y por escrito de manera eficaz, trabajar en equipo, aprender de forma autónoma, utilizar con solvencia los recursos de información, aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos, y en particular, aplicar criterios éticos y de sostenibilidad en la toma de decisiones, así como diseñar y emprender proyectos innovadores.

2. Trabajos Relacionados

2.1. Desarrollo de proyectos de emprendimiento

En las últimas décadas, el emprendimiento ha tenido un auge extraordinario en el ámbito mundial. La palabra emprendimiento proviene del francés entrepreneur (pionero). Se refiere a la capacidad de una persona para hacer un esfuerzo por alcanzar una meta. Traicionalmente, también se ha utilizado para referirse a la persona que inicia una nueva empresa o proyecto, aunque después ha sido aplicado a empresarios innovadores o que han agregado valor a un producto o proceso ya existente. Diversos sectores - académicos, empresariales y políticos-, sostienen la importancia de promover una cultura emprendedora en el conjunto de la sociedad ya que ésta se presenta como una herramienta fundamental para el crecimiento, el desarrollo económico y social, y la competitividad de un país. Ya en el año 1998, la UNESCO señalaba en su "Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: Visión y Acción" que la necesidad de aprender a emprender y fomentar el espíritu de iniciativa deben convertirse en importantes preocupaciones de la educación superior, a fin de facilitar las posibilidades de empleo de los egresados, que cada vez estarán más llamados a crear puestos de trabajo y no a limitarse a buscarlos.

El informe Global Entrepreneurship Monitoring (GEM) elaborado en 2018, señala que las actitudes de la sociedad española hacia el emprendimiento no difieren sustancialmente de las observadas para el conjunto de los países cuyas economías están conducidas por la innovación o de las del conjunto de países de la Unión Europea. Estos resultados cuestionan la idea tantas veces repetida de que la sociedad española no es emprendedora y ponen el foco de atención sobre otros aspectos que también inciden en la actividad emprendedora, como son las condiciones del entorno. Entre las condiciones del entorno peor valoradas por los expertos participantes en el informe están la insuficiente educación y formación específica en gestión emprendedora. Por esta razón, desde muchas instancias se están fomentando programas educativos para desarrollar la competencia de emprender, enfocada al emprendimiento

ISBN: 978-84-09-02970-9

económico o tecnológico, pero cuidando también el aspecto de iniciativa, capacidad de riesgos y elaboración de proyectos personales de vida (Marina, 2010).

A nivel universitario es importante abordar la competencia emprendedora sin que necesariamente suponga la inclusión de una nueva asignatura. Es más acertado pensar que es un principio transversal (Ademar, 2003). En los últimos años se ha evidenciado un creciente interés por este tema que, si bien en un principio sólo era visible en carreras orientadas a la administración de empresas, cada vez se aprecia más en estudios de ingeniería.

2.2. El Emprendimiento Social y el Aprendizaje Servicio

Se define el emprendimiento social como un proceso que implica el uso innovador de recursos para buscar oportunidades con el fin de catalizar el cambio social, crear un valor social y/o abordar necesidades sociales (Thompson, 2002).

Aunque gran parte de la literatura considera el emprendimiento social como negocios sin fines de lucro, siguiendo a Litzky et al. (2010), aceptamos la visión más amplia del emprendimiento social que reconoce que los emprendedores sociales pueden combinar un propósito social con una estructura organizativa con fines de lucro.

Según la *Guía Práctica de Emprendimiento Social y Cultural* de la Universidad de Salamanca, el emprendimiento social nace de la suma de las inquietudes propias del Tercer Sector (el trabajo con colectivos en riesgo de exclusión social, el afán de transformación, etc.) con las herramientas propias del sector empresarial (sostenibilidad, técnicas de mercado, estrategias de financiación, servicio al cliente, etc.). En definitiva, el emprendimiento social es el uso de estrategias empresariales y comerciales propias del sector privado para dar respuesta a necesidades sociales o para resolver sistémicamente un problema social.

Crear propuestas de valor combinado (económico + social), ya sea en empresas con fines de lucro o sin fines de lucro, es un desafío que requiere capacidades visionarias distintas. Al igual que los empresarios tradicionales que son innovadores, orientados a las oportunidades, ingeniosos y capaces de crear valor y fomentar el cambio, los emprendedores sociales tienen la misión de hacer del mundo un lugar mejor (Dees, Emerson & Economy, 2001). En consecuencia, los emprendedores sociales miden el éxito no prioritariamente por ganancia monetaria sino por el valor social agregado que crean.

Investigaciones recientes destacan los resultados positivos de los estudiantes asociados con la enseñanza del emprendimiento social utilizando el aprendizaje-servicio. El aprendizaje servicio es una excelente pedagogía, ya que permite a los estudiantes aplicar los conceptos y principios teóricos aprendidos en el aula a situaciones del mundo real y promueve las alianzas entre la comunidad, la universidad y los estudiantes, donde todas las partes aprenden unas de otras. Martín et al. (2010) definen el aprendizaje servicio como una propuesta educativa que combina procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en un único proyecto bien

ISBN: 978-84-09-02970-9

articulado en el que los participantes aprenden a la vez que trabajan en necesidades reales del entorno con la finalidad de mejorarlo. El aprendizaje servicio reconecta los recursos de la universidad con las necesidades de la comunidad al tiempo que brinda a los estudiantes una experiencia de aprendizaje valiosa. Además, a través del aprendizaje servicio se aglutina el aprendizaje de diferentes competencias, como son el trabajo en equipo interdisciplinar, las habilidades en las relaciones personales, el compromiso ético o el razonamiento crítico (Francisco & Moliner, 2010).

3. Metodología

Este proyecto se ha desarrollado en el marco de la docencia en la asignatura básica Organización y Gestión de Empresas del área de Organización de Empresas, cursada en 1er o 2º curso, de las siguientes titulaciones impartidas en la Escuela Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cartagena:

-Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
-Grado en Ingeniería Mecánica
-Grado en Ingeniería Química Industrial
-Grado en Ingeniería Eléctrica
-Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

En total participan 8 grupos de docencia con un total de 311 estudiantes.

El proyecto de emprendimiento se ha propuesto en esta asignatura como el desarrollo de un plan de empresa que recoge los siguientes puntos:

1. Idea de negocio. Planificación estratégica.
2. Plan de recursos humanos.
3. Plan de marketing.
4. Localización de la empresa.
5. Lay-out o diseño en planta.
6. Plan de viabilidad.

Las empresas a desarrollar por los estudiantes tienen que tener un componente social de manera que traten de dar respuesta a un problema detectado en su entorno relacionado con alguno de los ODS. En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, siendo ésta una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendieran un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos. La Agenda cuenta con 17 ODS, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente : ONU (2015)

El desarrollo del proyecto se ha iniciado con una presentación a los estudiantes de los objetivos del mismo. Los estudiantes se han agrupado en equipos de 3-4 personas. A continuación han participado en un taller sobre *Design Thinking* y *Business Model Canvas*, impartido por la Oficina de Emprendedores y Empresas de Base Tecnológica de la UPCT, con el objetivo de ayudarles a generar ideas y a planificar su modelo de negocio. Posteriormente, han ido desarrollando las distintas fases del proyecto a lo largo de todo el cuatrimestre, siguiendo un cronograma definido por el profesorado. Éste incluye sesiones de tutorías gupales para revisar el proyecto, detectar puntos a mejorar, resolver dudas y recibir orientación respecto a la realización de las siguientes fases. Al final del cuatrimestre, cada equipo ha presentado su proyecto a sus compañeros mediante una exposición oral. La evaluación la ha realizado el profesorado siguiendo una rúbrica diseñada a tal efecto. La nota del proyecto supone un 15% de la calificación final de la asignatura. En cada grupo de docencia, se ha eligido al mejor proyecto. A continuación, los proyectos elegidos se han presentando ante un tribunal formado por profesores y personal especializado de la Oficina de Emprendedores de la universidad para seleccionar a los tres mejores proyectos de la Escuela. Asimismo, se ha suministado un cuestionario a los estudiantes para evaluar su satisfacción con esta iniciativa y valorar el nivel de adquisición de competencias transversales.

4. Resultados

Se han constituido un total de 72 grupos. Los temas seleccionado son variados, incluyendo tanto empresas de servicios como empresas manufactureras. En la siguiente tabla se incluye una muestra de las propuestas realizadas por los estudiantes :

Producto destinado a la obtención de agua dulce que aprovecha el rocío matinal y el exceso de humedad	ODS 6: Agua potable y saneamiento
Aplicación móvil para celíacos	ODS 3: Buena salud
Máquina para transformar residuos orgánicos en biomasa	ODS 7: Energias renovables

ISBN: 978-84-09-02970-9

Contenedores de reciclaje de libros para enviar a zonas subdesarrolladas	ODS 10: Reducción de la desigualdad
Fabricación de motores con hidrógeno para reducir gases	ODS 13: Lucha contra el cambio climático
Cepillos de dientes con material orgánico biodegradable (corcho)	ODS 13: Lucha contra el cambio climático
Aplicación móvil para mejorar relaciones alumnos-universidad	ODS 16: Educación de calidad
Desaladora de agua de mar por presión hidrostática	ODS 6: Agua potable y saneamiento
Guantes con pulsera para discapacitados (transmisión de sonidos a impulsos nerviosos)	ODS 10: Reducción de la desigualdad
App para el apoyo al estudio a niños en riesgo de exclusión	ODS 16: Educación de calidad/ ODS 10: Reducción de la desigualdad
Consultora para búsqueda de empleo a grupos en riesgo de exclusión	ODS 8: Empleo digno y crecimiento económico
Probador virtual de ropa sostenible	ODS 12: Consumo responsable
Red social para luchar contra la obsolescencia programada	ODS 12: Consumo responsable
App para concienciación de uso de movilidad sostenible en ciudades	ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles

Tabla 1. Ejemplos de proyectos de emprendimiento social.

Los resultados preliminares obtenidos sobre una muestra de 38 estudiantes señalan los siguientes resultados:

Competencia	Media	Desv. Típica	Mediana	Moda
Comunicarse oralmente y por escrito de manera eficaz	3,97	0,91	4	4
Trabajar en equipo	4,05	1,04	4	5
Aprender de forma autónoma	3,84	0,89	4	3
Utilizar con solvencia los recursos de información	4,05	0,90	4	5
Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos	4,05	0,93	4	4
Aplicar criterios éticos y de sostenibilidad	4,05	0,80	4	4
Diseñar y emprender proyectos innovadores.	4,26	0,89	4	5

Tabla 2. Grado en el que se han adquirido competencias transversales. Escala 1-5.

	Media	Desv. Típica	Mediana	Moda
El trabajo me ha parecido interesante	4,13	0,84	4	5
El trabajo me ha hecho considerar el emprendimiento como una opción futura	3,58	1,18	4	5
Recomendaría la realización del trabajo en próximos cursos	4,26	1,11	5	5

Tabla 3. Resultados globales. Escala 1-5.

5. Conclusiones

Con este proyecto se pretende valorar los efectos del emprendimiento social en el aprendizaje de estudiantes de ingeniería de la rama industrial, tratando de unir la aplicación a la práctica de la gestión de empresas con la vertiente social del servicio a la comunidad. El proyecto está aún en proceso de realización y no se han podido valorar la totalidad de los resultados finales. No obstante, con la muestra analizada se perciben los siguientes beneficios:

-Todas las competencias se han adquirido a una nivel bastante alto. La competencia que ha obtenido mejores resultados ha sido *Diseñar y emprender proyectos innovadores*, lo cual es

ISBN: 978-84-09-02970-9

bastante satisfactorio porque era uno de los objetivos principales del trabajo. Por el contrario, la competencia con resultados más bajos ha sido el *aprendizaje de forma autónoma*. Este resultado sugiere que es necesario dotar de formación y de instrumentos a los estudiantes para que sean capaces de desarrollar determinadas tareas autónomamente. Por otra parte, también sería conveniente reforzar la competencia para *comunicarse oralmente y por escrito de forma eficaz*.

-La gran mayoría han considerado el proyecto de gran utilidad y recomiendan que se vuelva a incluir en futuros cursos adémicos. Sin embargo, aunque los resultados siguen siendo satisfactorios, no son tan unánimes en cuanto a haber conseguido despertar una vocación emprendedora. Este resultado puede estar influido por el hecho de que la mayoría de los estudiantes de la muestra son de primer curso y aún ven muy lejos su futuro laboral y sus posibles opciones.

En definitiva, este proyecto ha concienciado a los estudiantes sobre la oportunidad de desarrollar soluciones emprendedoras industriales al servicio de la sociedad, a la vez que ha permitado adquirir a nivel muy satisfactorio diversas competencias transversales.

Referencias

Ademar, H. (2003). Nuevo Tópico Formativo: "Aprender A Emprender". *Revista Novedades Educativas*, 18.

Braidot, N.B.; Cesar, R.A.; Nicolini, J.; González, V. (2008).Una estrategia para el desarrollo de competencias emprendedoras en la formación de grado en carreras de ingeniería. *VI Congreso Argentino de Enseñanza en la Ingeniería*. www.caedi.org.ar/pcdi/PaginaTrabajosPorTitulo/4-581.PDF

Dees, J. G., Emerson, J., Economy, P. (2001). *Enterprising nonprofits: A toolkit for social entrepreneurs*. New York: John Wiley.

Francisco, A., Moliner, L. (2010). El Aprendizaje Servicio en la Universidad: una estrategia en la formación de ciudadanía crítica. *REIFOP*, 13 (4).

GEM (2018). *Global Entrepreneurship Monitor. Informe GEM España 2017-2018*. CISE Centro Internacional Santander Emprendimiento. Universidad de Cantabria. http://www.gem-spain.com/wp-content/uploads/2018/04/Informe-GEM-2017-18.pdf

Hortal, A. (2007). *Ética profesional y universidad*. Editorial Separata. Caracas.

Litzky, B.E., Godshalk, V.M., Walton-Bongers, C. (2010). Social Entrepreneurship and Community Leadership: A Service-Learning Model for Management Education. *Journal of Management Education,* 34(1), pp. 142-162.

Marina, J. A. (2010). La competencia de emprender. *Revista de Educación*, 351, pp. 49-71

Martín, X., Rubio, L., Batlle, R., Puig, J.M. (2010). ¿Qué es Aprendizaje Servicio?. En Martín, X., Rubio, L., *Prácticas de ciudadanía: diez experiencias de Aprendizaje Servicio* (pp. 15-24). Barcelona: Octaedro.

Thompson, J. L. (2002). The world of the social entrepreneur. *International Journal of Public Sector Management*, 15, pp. 412-431

ISBN: 978-84-09-02970-9

Experiencias para fortalecer las relaciones internacionales y empresariales

Learning from BARCHcelona, an educational experience in the urban environment for incoming students of architecture studies within the Erasmus+ program

Zamora-Mestre, Joan-Lluís[a], Serra-Fabregà, Raül[b], Adroer-Puig, Marta[c]
joan.lluis.zamora@upc.edu; raul.serra@upc.edu; marta.adroer@upc.edu

[a,b,c] ETS Arquitectura del Vallès (UPC), Pere Serra, 1-15, 08173 Sant Cugat del Vallès (Barcelona) Catalunya (España)

Abstract

The ETS of Arquitectura del Vallès (ETSAV) of the Universitat Politècnica de Catalunya is a medium-sized higher education school (1000 students). The demand of European students interested in carrying out an international mobility in the ETSAV within the Erasmus+ program has increased notably in recent years due to some prestigious professional awards given to their graduates and teachers. Any rapid increase in demand in a higher education institution leads to an imbalance that ends up affecting the quality of training and the educational environment shared by students and teachers.To partially alleviate this situation, an elective course exclusively aimed at incoming students was implanted, with the aim of improving the formative quality of their mobility experience in ETSAV. The goal is to present this pilot experience in order to share this initiative with the university community members involved in the international mobility processes and get a feedback.

Keywords: *international student mobility, open-air urban classroom, Barcelona, architectural high studies*

Resumen

La ETS de Arquitectura del Vallès (ETSAV) de la Universitat Politècnica de Catalunya es una escuela de educación superior de tamaño medio (1000 estudiantes). La demanda de estudiantes europeos interesados en llevar a cabo una movilidad internacional en la ETSAV dentro del programa Erasmus+ ha aumentado notablemente en los últimos años debido a algunos prestigiosos premios profesionales otorgados a sus graduados y profesores. Cualquier aumento rápido de la demanda en una institución de educación superior

ISBN: 978-84-09-02970-9

conduce a un desequilibrio que termina afectando la calidad de la capacitación y el ambiente educativo compartido por estudiantes y maestros. Para aliviar parcialmente esta situación, se implantó un curso electivo dirigido exclusivamente a los estudiantes extranjeros que ingresan cada semestre dentro del programa de movilidad Erasmus+, con el objetivo de mejorar la calidad formativa de su experiencia en ETSAV. El objetivo de esta contribución es presentar esta experiencia piloto a la comunidad universitaria implicada en las actividades de movilidad internacional y retroalimentarse con sus aportaciones.

Palabras clave: *movilidad estudiantil internacional, aula urbana al aire libre, educación superior, Barcelona, competencias culturales, estudios universitarios de arquitectura.*

1. Introduction

The students of the Erasmus+ program of European mobility are a remarkable collective that each academic course temporarily interrupts its regular studies in its local center of higher education of origin to develop during the same period equivalent studies in another foreign higher education center, with which a correspondence agreement is already in place. The Erasmus+ program already has a long history and its benefits and shortcomings have been glossed in many reports and publications (Juva, 2011) (Maiworn, 2012) (Messer, 2007).

From the point of view of the receiving center, the visiting student (incoming) Erasmus+ represents an important educational challenge because it is temporarily incorporated at any stage of its regular educational flow that is underway. The student "incoming", at the time of his incorporation into this flow, must quickly acquire skills and prior competencies that native students have already acquired throughout the long local education system.

In the case that concerns us, that of the higher education centers that form for the exercise of the profession of architect, the requirement of a rapid insertion is increased by the remarkable weight exerted by each local cultural tradition in the configuration of urbanism, architecture and construction techniques of each host city.

The incoming student from the Erasmus+ system allocates a good part of the period of their stay (annual in most cases and one semester in the rest) to perform an immersion within the keys of the local cultural system. The agility of this immersion is hampered by their own previous prejudices, their deficits in language knowledge, the initial intercultural distance, as well as by the limited assistance obtained from local academic resources, which are preferably oriented to local students. The Erasmus+ program is based fundamentally on

ISBN: 978-84-09-02970-9

immersion which means that the student immediately and without prologue access to the same educational atmosphere of local students. This hasty entrance is also difficult because the foreign student can select his educational menu with full freedom, an aspect that local students can not exercise.

The ETSAV is a young school of architecture (1979) of medium size (approximately 1000 students), dependent on the Polytechnic University of Catalonia. It participates from its beginnings in the Erasmus+ program and maintains each course a remarkable volume of mobility (incoming of 90 students and outgoing of 70 students).

The ETSAV's office of international relations, that attends and manages incoming and outgoping requests for mobility within the Erasmus+ program, knows the difficulties that students suffer, both their own (outgoing) and foreign (incoming) by temporarily changing the educational system and culture. These adaptation contingencies are relevant and consume a good part of the Erasmus+ stay. This period of adaptation is fruitful from the personal point of view but if it is very large it can be detrimental to the academic success of the stay.

It should also be noted that the incoming student is, in the higher education center that welcomes him, in an environment of low academic commitment because he is in transit and physically removed from the usual involvement he establishes with his center of origin. This situation probably also discourages the realization of an extra effort for immersion in the local culture.

The city of Barcelona has been increasing its prestige and recognition as a friendly city rich in architectural content and, as a consequence of this, the higher education centers in architecture that are located there have notably increased their attractiveness for foreign students. This increase in requests forces the higher education centers to receive a remote selection of the requests received. This selection usually focuses on demonstrating the minimum academic level established. In the case of higher architectural studies, the document called portfolio is adequate evidence of that level.

Goals

The ETSAV international relations office team is satisfied quantitatively with the annual result of the Erasmus+ program exchanges but considers that its next actions should be aimed at improving the qualitative result. Among the various actions proposed in the short term is:

- to improve the quality of the students admission process
- to improve, in quality and speed, the acquisition of local cultural skills (Sherwood, 2017) (Wiliams, 2005).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Both initiatives should allow as a consequence an improvement in the academic achievement of the ordinary subjects that the incoming student has decided to study during their stay in the ETSAV.

In order to improve the students admission process, at random, tele-interviews were conducted with the students who applied to the ETSAV in which, through an informal interview, the candidate was asked:

- What reasons had led him to request this destination?
- What previous references do you have of the catalan architectural culture?

As a whole, these first qualitative interviews show that the selection of the destination city, in this case Barcelona, and the selection of the School of Architecture of destination, in this case the ETSAV, is not a conscious, suspect, reasoned and long meditated but rather an inclination based on the advice of fellow students or a reputation generated in the mass media of public communication but not based on solid personal criteria. The selected destination city and its own culture, seen from hundreds or thousands of kilometers, are shown as a dense nebula of topics.

In order to speed up this process of acquiring local cultural competences, it was proposed to incorporate in the teaching curriculum of the ETSAV a new elective semester subject, exclusively oriented to these students and that was able to accelerate their immersion in the catalan architectural environment. This subject would segregate incoming volunteers only one afternoon a week and during the first semester of their stay.

The motivation to write this paper is to present this pilot experience in order to share this initiative with the university community members involved in the international mobility processes. From our point of view all the educational practices must be updated and adapted to the nowadays situation in the XXI century, even in the case of the international exchange students mobility.

2. Related experiences and works

In the ETSAV there is a tradition of developing semester introductory courses, such as the one that for decades facilitated the academic transition of students from secondary education to university studies, taught at ETSAV (https://etsav.upc.edu/ca/estudis-old/recursos-docents/webs-assignatures-etsav/curs-introduccio).

There were also experiences of elective subjects of historical sign oriented to the diffusion and recognition of the canons of local architecture. Almost a decade ago a group of professors, at this time retired, launched a parallel initiative of recognition and dissemination of the history of catalan architecture. Unfortunately these educational initiatives are often linked to particular initiatives by some professors and disappear when these teachers retire.

ISBN: 978-84-09-02970-9

This year closed 2018 has been declared European Year of Cultural Heritage (https://europa.eu/cultural-heritage/). This celebration must make us think that the educational processes must not only occur within the classroom where the competences are acquired, but most of these competences are acquired by the student's own daily immersion in the urban social environment. Probably in the urban environment is where the immersion in a new cultural environment becomes more apparent and evident. The city projects, through its common heritage built over the centuries, the cultural contents of the various societies that have been building it successively. Some outgoing students of the ETSAV comment that in some of the higher education centers of destination also begin to perform similar experiences oriented to incoming students.

Recently, more and more parallel projects and initiatives are being developed that aim to improve the value acquired during the Erasmus+ experience (https://www.esn.org/projects). One of the cultural activities suggested to Erasmus + students during their stay in Barcelona is to participate in the OpenHouse BCN event that opens the access to hundreds of public and private buildings for public visit during a weekend.
(https://www.48hopenhousebarcelona.org/).

The academic experience of incoming students during their stay in the receiving School of Architecture is diluted within the set of academic progress of the native students of each School of Architecture, and the authors does not know if a differentiated evaluation of their academic progress has been made so far. Nor does the authors know if there is evidence that the sending schools evaluate the progress their students have made outside of their classrooms when they return to their school of origin.

These reflections suggest that the training experience acquired during international exchange mobility is in many cases a bracket for the discovery of how a diverse cultural reality addresses training for the same discipline. This parenthesis can be closed with a return to the own university of origin or be the spark to make the decision to return to the visited city to study potgraduate studies. In either case, the host university must ensure the quality of this immersion in a diverse cultural environment.

3. Methodology

Based on these objectives and previously declared background, with what methological criteria is the initiative to introduce a new optional subject to be channeled to speed up the acquisition of local cultural competences by incoming Erasmus+ students?

- Restrict access to the subject for visiting students to establish an experience among equals.
- Basing the educational method on a group, participative and collaborative activity
- Select a varied teaching team, capable of transmitting diverse optics of the three dimensions in which ETSAV trains: architecture, urbanism and technology.
- Establish an attractive teaching atmosphere rich in shared experiences.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Propose some deliverables, at the end of each session, that are of a friendly and synthetic nature, as well as capable of demonstrating the skills acquired.

Collecting all these criteria, the *Learning from BARCHcelona* (LFB) course was designed, deeply inspired by several upcoming initiatives that arose previously and come from two different but complementary professional fields:

- The previous experience of morning urban walks, promoted on spring saturdays by the emeritus professor of urbanism, Dr. Ricard Pie of the ETSAV.
- The course of Theory and Practice of the Historical Itinerary promoted by the Museum of History of Barcelona.
(http://ajuntament.barcelona.cat/museuhistoria/ca/relats-urbans-teoria-i-pr%C3%A0ctica-de-l%E2%80%99itinerari-hist%C3%B2ric)

4. Results

The subject LFB was considered as 10 consecutive sessions, of 3 hours each, of active walk through the streets of the city of Barcelona. The expected size of the group of students (up to a maximum of 20) allowed it. The classroom becomes the host city itself.

The beginning of each session took place at a different meeting point, every friday at 3:00 p.m. It was proceeded to distribute cartography of the time that delimited the walk of that day. From there the walk began with small stops where an interpretative story was developed from the observation of an urban, architectural or technical detail. The story would be inserted in a general historical context of ideas and techniques in Europe. The session was complemented with a visit to a singular architectural interior where a specialist directed a guided tour adapted to the group.

Session 0, first of the cycle and the presentation of the attendees, began with a self-presentation by each student from their own city, highlighting its urban, architectural and technical singularities that constitute its identity and heritage. The last session was a visit to the technical services of the municipality of Barcelona where students could see first-hand the future challenges posed and that are still in the design and study phase, before proceeding with their approval and implementation. The vehicular language during all walks was Spanish, with the aim of reinforcing the character of disciplinary immersion.

The follow-up of the progress of the students was established through the delivery, after each session, of three drawings made by raised hands, where the student synthesized the urban, architectural or technical aspect that had most impacted him.

It is still early to evaluate with consistency the experience presented here and provide conclusive evidence. However, aspects to be improved are already mentioned:

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Of the total of 20 students enrolled, 17 followed the full course and could be evaluated. One of them abandoned the subject in the middle of its development due to the difficulties of comprehencion with the spanish language.
- Of the 17 students who followed the subject, not all attended all the trips. The average attendance was 14 students, which shows an improved degree of commitment (80%); 10% of these students attending each session did not finally present their work for that session.
- The papers presented and evaluated accounted for 75% of the possible initially, noting that 10% corresponds to students who did not attend a visit but did present the corresponding work so as not to be evaluated unfavorably.
- The students, at the time of attendance, positively valued the teaching activity but we must recognize that their degree of involvement is limited, according to the low commitment of the incoming student population.

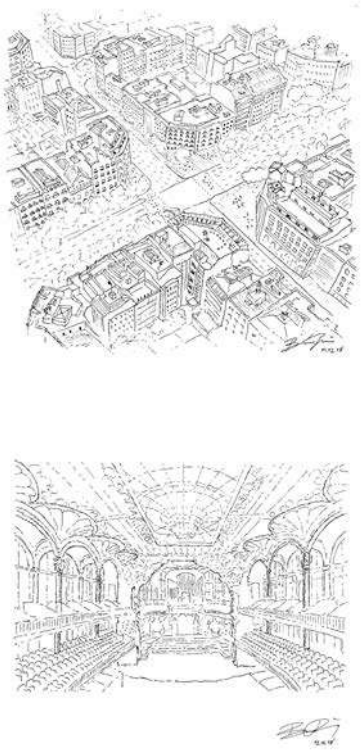


Fig. 1 Some drawings from the sesion 9

Fig. 2 A picture from the session 10

ISBN: 978-84-09-02970-9

5. Conclusions

The experience has been received with sympathy by all the participants and its implementation has been easy and immediate. The results point to the need to improve the commitment of the Erasmus+ student with its academic institution of destination. This probably requires participating in the initiative to teachers of the subjects that benefit from it.

The urban itinerary has, in most cases, been limited to following a synchronic narrative, where each visit was a story of a single historical stage. The attendance to several sessions of consecutive stroll in the time helps that the student establishes the necessary diachrony. There remain doubts as to whether the incoming students who enrolled in this subject in the first semester would be interested in taking a complementary course where the itineraries follow a disciplinary discourse of timeless realities such as the square, the use of brick or ornamentation on the facades. The itinerary on foot always has the physical limitations of the specific date in which it is developed (eg the weather, daylight, accessibility, etc.) aspects that could be overcome in next editions through the digital itinerary (Redondo Dominguez, 2012)

References

Juva, E., & Lesjak, M. (2011). Erasmus Exchange Program: Opportunity for professional growth or sponsored vacations? *Journal of Hospitality & Tourism Education*, 23, 23-29.

Maiworm, F., & Teichler, U. (2002). The Student's Experience, in: U. Teichler (Ed) *ERASMUS in the SOCRATES Programme* (Bonn, Lemmens), 83-116.

Mazzarol, T., Soutar, Geoffrey N. (2002). The "Push-Pull" Factors influencing international student selection of education destination. *International Journal of Educational Management.*

Messer, D., & Wolter, S.C. (2007). Are Student Exchange Programmes Worth it? *HigherEducation* 54, 647-663.

Sherwood, J., & Russell-Mundine, G. (2017). How We Do Business: Setting the Agenda for Cultural Competence at the University of Sydney. In J. Frawley, S. Larkin, & J. A.

Williams, T. R. (2005). Exploring the Impact of Study Abroad on Students' Intercultural Communication Skills: Adaptability and Sensitivity. *Journal of Studies in International Education, 9 (4), 356-371.*

Redondo Domínguez, E., Sánchez Riera, A., Moya Sala, J. (2012) , La ciudad como aula digital: enseñando urbanismo y arquitectura mediante Mobile Learning y la realidad aumentada: un estudio de viabilidad y de caso. *ACE: architecture, city and environment* 2012, Año 07, núm. 19 Junio. https://upcommons.upc.edu/handle/2099/12344

ISBN: 978-84-09-02970-9

La Gestión de Prácticas en Empresas en la Escuela Superior Técnica de Ingeniería del Diseño.

Suitberto Cabrera García[a], Elena Grimalt Navarro[a], Abel Cabrera Martinez[b] y Suitberto Cabrera Ulloa[a].
suicabga@eio.upv.es; mgrimalt@upvnet.upv.es; abel.cabrera@urv.cat; suitber@gmail.com

[a,] Afiliación (Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España)
[b]Afiliación (Universitat Rovira i Virgili, Carrer de l'Escorxador, 43003, Tarragona, España)

Abstract

This project presents the analysis of the main characteristics of the Escuela Técnica Superior de Diseño (School of Technical Design) of the Universitat Politècnica de València. student internships. Last academic years have been studied, in order to evaluate the number of placements by Degree, the proportion of graduates who have done student internships, and the participation of school Academic Tutors and how to process a traineeship to end with future plans and expectations.

***Keywords**: internship, main characteristics, analysis, plans and expectations.*

Resumen

Este trabajo presenta un análisis de los indicadores que caracterizan la actividad de Prácticas en Empresas realizadas por los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València. Se estudia para los últimos cursos académicos: la evolución del número de prácticas por titulación, la participación de Empresas Colaboradoras, el porcentaje de graduados que han realizado prácticas en Empresas, la participación del profesorado en la tutela de esas prácticas y se describe cual es el procedimiento en la Escuela y se enumeran los planes y perspectivas de la actividad.

***Palabras clave:** Prácticas, empresas, indicadores, análisis, planes y perspectivas.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

Las prácticas en Empresas constituyen uno de los sellos característicos del quehacer docente de la Universidad Politécnica de Valencia. En base a la normativa vigente: e*l Real Decreto 592/2014, de 11 de julio,* que establece el marco por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios y que deroga el *RD 1497/1981* el Consejo de Gobierno de la Universitat Politècnica de València en su sesión del 28 de mayo de 2015 derogó el Reglamento por el que se establece la Normativa sobre Prácticas en Empresas e Instituciones de los alumnos de la Universitat Politècnica de València, aprobado por el Consejo de Gobierno de la UPV en su sesión de 8 de marzo de 2012, aprobando en su lugar el Reglamento sobre prácticas en Empresas e Instituciones de los estudiantes de la Universitat Politècnica de València.

La Universitat Politècnica de València ha prestado durante todos estos años una especial atención al desarrollo de las prácticas en Empresas, creando las estructuras administrativas, y las condiciones de trabajo para el desarrollo exitoso de este importante aspecto en la formación de los estudiantes. La actual normativa de prácticas de la UPV recoge en su desarrollo que "las prácticas en empresas durante los estudios universitarios contribuyen a complementar, mediante experiencia laboral, la formación adquirida en la Universidad y son uno de los medios más eficaces para la consecución del primer empleo de los titulados universitarios. La Universitat Politècnica de València ha venido desarrollando una gran actividad en este campo, desde hace años, con empresas e instituciones de su entorno y de ámbito nacional e internacional, situándose entre las primeras universidades en gestión de prácticas en empresas e instituciones para sus estudiantes, recogiéndose en sus Estatutos las prácticas tuteladas, con arreglo a un proyecto formativo y velando por los intereses del alumno".

La Escuela Técnica Superior de Diseño de la UPV (ETSID) basa su gestión desarrollando la internacionalización, las prácticas en empresa y la innovación educativa, los tres pilares en los se sustentan los planes de estudio. 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, la Escuela ha desarrollado una amplia labor para la vinculación de sus alumnos a las prácticas en Empresas.

En el presente trabajo se realiza un análisis descriptivo que muestra la evolución del número de prácticas realizadas a lo largo de los últimos cursos académicos, se describe cómo se organiza el proceso y se definen los retos a los que se enfrenta la Escuela para la mejora continua de esta actividad y su adecuación a las exigencias actuales del entorno.

2. Trabajos Relacionados

Con anterioridad se han publicado los trabajos Cabrera S., Ballester E., Grimalt E., Kubesi M.(2015) y Laguarda N., Ballester E., Cabrera S., Grimalt E.(2018) relacionados con la temática expuesta y que complementan lo planteado en el presente trabajo.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Metodología

Se realiza una comparación de los principales resultados desde el año 2016 hasta el año 2018, se analiza cómo se efectúa en la Escuela el proceso de participación de los alumnos en prácticas en empresas y se plantea la estrategia para la mejora continua.

En la Tabla 1 se recoge la cantidad de prácticas realizadas, el número de Empresas Colaboradoras, el % de Graduados que ha realizado al menos una práctica y los profesores tutores por año. Se observa que ha habido un incremento del total de prácticas en el año 2017 respecto al año 2016 del 10,6% y del año 2018 respecto al año 2017 del 18,9 %. El número de Empresas Colaboradoras se mantiene prácticamente estable, mientras aumentan el número de graduados que han realizado prácticas durante sus estudios y la cantidad de profesores tutores.

Cabe señalar que el 100 % de las prácticas son remuneradas.

Tabla 1. Principales Indicadores por año.

Año	Numero de prácticas	Empresas	% de Graduados	Prof. tutores
2016	1202	452	62	207
2017	1329	441	63	218
2018	1580	466	70	224

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 1 se observan los incrementos logrados por año en los indicadores mencionados.

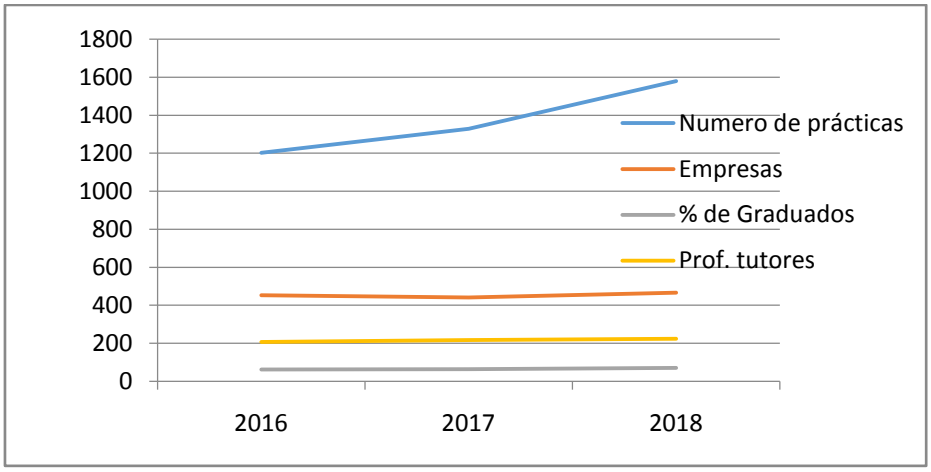


Figura 1. Evolución de los principales indicadores.

ISBN: 978-84-09-02970-9

En la Tabla 2 se recoge la cantidad de prácticas realizadas por titulación y año (se incluye el primer trimestre del año 2019)

Tabla 2. Número de prácticas por titulaciones y año.

Titulaciones	2016	2017	2018	2019*
Grado en Ingeniería Aeroespacial	46	66	83	29
Grado en Ingeniería Eléctrica	161	179	194	94
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática	191	202	296	89
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	209	228	257	112
Grado en Ingeniería Mecánica	343	417	449	165
Máster en Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Computador	47	58	62	23
Máster en Ingeniería Aeronáutica	22	64	72	37
Máster en Ingeniería del Diseño	66	20	38	14
Máster en Ingeniería del Mantenimiento	44	44	61	20
Máster en Ingeniería Mecatrónica	51	43	65	34
Máster en Sensores para Aplicaciones Industriales	8	7	3	3
Total general	1202	1329	1580	620

Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2019 el objetivo de la Escuela es llegar a las 1600 prácticas de las cuales ya se han realizado o se realizan 620 prácticas para un 39 % del total propuesto, cabe señalar que por estas fechas el año pasado se habían realizado 581 prácticas (es decir, ha habido un incremento este año hasta la fecha de un 6,7%).

4. ¿Como se logran estos resultados?

Como se ha mencionado en la introducción, tanto la UPV como la ETSID enfatizan en el desarrollo de las prácticas en Empresas con el doble propósito de que los estudiantes conozcan y se preparen en las competencias, tanto técnicas como transversales, que la empresa demanda, así como en el desarrollo de las habilidades necesarias para una adecuada inserción laboral.

ISBN: 978-84-09-02970-9

El Servicio Integrado de Empleo de la Universitat Politècnica de València, dependiente del Vicerrectorado de Empleo y Emprendimiento, es el órgano impulsor y gestor de cuantas iniciativas se adoptan en materia de empleo en la universidad y tiene como objetivo contribuir a la mejor inserción laboral de sus titulados. Con este mismo objetivo la ETSID cuenta con la Subdirección de Relaciones con las Empresas. Desde ambos estamentos y en unión con departamentos similares del resto de Escuelas se trabaja mancomunadamente para lograr estos propósitos.

En la Escuela desde el primer día en que llegan los nuevos estudiantes, en las **Jornadas de Acogida** se explica la importancia vital para su futuro que tienen las prácticas en Empresas, desde aquí ya se les dice que incluso a la finalización del primer curso, una vez superados 60 ECTS podrían realizar prácticas curriculares.

A partir del segundo curso se realiza **grupo por grupo** una explicación del procedimiento para realizar prácticas:

Inscripción en **base de datos** de ofertas.

Preparación de **curriculum, carta de presentación y entrevista**.

Un grupo cada vez más numeroso de asignaturas invita a representantes de **Empresas** a dar **conferencias** sobre temas técnicos en el horario lectivo, en estas charlas desde las Empresas se les comenta a los alumnos las vías para poder hacer prácticas e incluso trabajar en ellas.

Una vez al mes se realiza un **Taller sobre Prácticas en Empresas**, donde se explica, de nuevo y más detalladamente el procedimiento para realizar las prácticas, en este caso los alumnos que asisten ya tienen claro, e incluso en proceso, su deseo de hacer prácticas.

Todos los jueves en la Escuela diferentes Empresas dan **conferencias** sobre temas de interés general para todos los alumnos o alumnos de una determinada titulación.

En tercer curso cuando los alumnos van a **seleccionar la mención** por la que van a terminar sus estudios se les vuelve a explicar las posibilidades de prácticas y en este caso se enfatiza en la posibilidad de realizar los TFG (o TFM en el caso de los máster) vinculados a temáticas de las Empresas donde realizan sus prácticas.

Cada año en el mes de abril tiene lugar el **Foro de Empleo y Emprendimiento de la UPV**, espacio al cual acuden más de 100 empresas y durante dos días los alumnos tienen oportunidad de intercambiar con representantes de estas Empresas, tener entrevistas, participar en conferencias, etc.

Vital importancia tienen las Cátedras de Empresas programa de la Universitat Politècnica de València para potenciar al máximo la relación entre la comunidad universitaria y el entorno empresarial. Desde ellas un grupo de importantes Empresas colaboran en la generación y difusión de conocimiento, y en la formación de futuros profesionales en áreas de interés común de la empresa y la universidad

ISBN: 978-84-09-02970-9

Mediante diferentes medios incluyendo a las redes sociales se da publicidad a diferentes temas y aspectos vinculados a las practicas.

Cada día se atiende en la Sub Dirección de Prácticas a todos aquellos estudiantes que acuden en busca de información general o específica o para realizar los trámites de las prácticas.

Para facilitar toda esta tarea se han minimizado los trámites y se han informatizado los mismos. Los estudiantes y las Empresas disponen de una Calculadora de Prácticas desde donde se redacta el Convenio a firmar entre la Universidad, la Empresa y el estudiante. El plazo para firmar el convenio está en 10 días y una vez firmado electrónicamente se envía a las partes.

Evaluación por parte de los tutores de la práctica realizada.

5. Futuro y retos

Estos resultados nos permiten:

Continuar, en colaboración con el Servicio Integrado de Empleo, trabajando para ampliar el abanico de gestiones administrativas, a realizar on-line:

En estos momentos, los alumnos pueden realizar las siguientes gestiones on-line:

- Darse de alta al servicio de prácticas desde su Intranet y completar su curriculum
- Inscribirse a la práctica ofertada para optar a la misma previa selección por parte de la Empresa.
- Gestionar el convenio a través de la aplicación web CALCULA TU PRÁCTICA, en colaboración con la Empresa
- Al finalizar la práctica, solicitar el reconocimiento de la misma cumplimentando los informes necesarios a través de la intranet (estudiante y tutores de empresa y UPV, este ultimo pone la nota correspondiente) con esta mejora se ha conseguido pasar del 70% de prácticas evaluadas en el curso académico 2015-2016 al 93% en el curso académico 2017-2018.
- Desde la Subdirección de prácticas se pueden realizar los análisis correspondientes de satisfacción y valoración de competencias tanto por parte del empresario, como del tutor UPV, por alumno, Grado, periodo de tiempo, etc.
- En la web de la Escuela se encuentra la información principal para la correcta gestión de las Prácticas incluido material multimedia.

Lograr:

ISBN: 978-84-09-02970-9

- La mejora del sistema de publicación de ofertas creando una aplicación web que lo facilite, de tal manera que las Empresas colaboradoras podrán dar de alta a sus ofertas de prácticas directamente on-line
- Crear una APP para unificar los trámites a realizar por los alumnos para que a través de ella se pueda: inscribir a las ofertas publicadas por empresas, inscribir a programas especiales de prácticas, generar el convenio y evaluar la práctica una vez finalizada.

Además continuar trabajando en:

- Profundizar las relaciones externas de la Escuela con el objetivo de fortalecer de manera cuantitativa y cualitativa la formación de los estudiantes, incorporando la experiencia del mundo empresarial a la adquisición de capacidades de nuestros estudiantes.
- Seguir consolidando el trabajo del área con el objetivo de mejorar todavía más los indicadores de rendimiento: número de alumnos en prácticas, empresas colaboradoras, cátedras de empresas,
- Perfeccionar los proyectos formativos de las prácticas en Empresas vinculándolos a las competencias mediante el apoyo de los tutores de prácticas. Elaborar una guía práctica para su distribución a los profesores.
- Profundizar y perfeccionar la vinculación de los profesores de la Escuela a la realización de prácticas en Empresas a través de la docencia del profesor y de contactos profesionales con empresas.
- Continuar desarrollando el sistema de información a los alumnos sobre todas las actividades de área: Prácticas en Empresas, conferencias, programas, actividades, eventos, premios, concursos, etc.
- Continuar perfeccionando la comunicación con las Empresas e Instituciones, en toda la legislatura.
- Continuar realizando visitas a empresas seleccionadas coordinado con los profesores de las asignaturas más implicadas, actualmente solo ponemos la condición de que un profesor acompañe en la visita.
- Mantener la alta participación de la Escuela en el Foro de Empleo.
- Mantener la alta participación de Empresas y Organismos en Conferencias, tantos generales para todos los alumnos o por Grados, así como las conferencias de personal técnico de empresas directamente vinculados a las diferentes asignaturas.

6. Conclusiones

Los resultados de los últimos años muestran que se va consolidando una buena gestión de las prácticas en empresas en la Escuela. Se ha ido produciendo un incremento de los principales indicadores de manera sostenida y lineal. Este crecimiento en los próximos años debe tender a ser de forma exponencial al estar llegando a valores máximos.

Si bien el crecimiento cuantitativo debe moderarse, este hecho permitirá centrarse en fortalecer la calidad del proceso, logrando que el impacto en las competencias de los alumnos se

ISBN: 978-84-09-02970-9

incremente, lo cual es la base de las medidas y acciones propuestas para el próximo perido de tiempo.

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.

Laguarda N., Ballester E., Cabrera S., Grimalt E.(2018). *Valoración por las Empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superiorde Ingeniería del Diseño*. 26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (26 CUIEET). Gijon 25-27 de junio 2018.

Plan estratégico UPV 2015-2020. https://www.upv.es/noticias-upv/documentos/plan_estrategico_upv2020.pdf.

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios**.** Publicado en: «BOE» núm. 184, de 30 de julio de 2014.

Reglamento sobre prácticas en empresas e instituciones de los estudiantes de la Universitat Politècnica de València, Aprobado en Consejo de Gobierno de fecha 28 de mayo de 2015

ISBN: 978-84-09-02970-9

Las Cátedras de Empresa en el Entorno Universitario: Cátedras de perfil técnico en la Universitat de les Illes Balears.

Miquel Roca, Josep Lluis Rosselló, Vicens Canals, Eugeni Isern, Victor Martínez-Moll, Joan Muñoz, , Francisco Forteza, Antoni Cladera
miquel.roca@uib.es

Escola Politècnica Superior, Universitat de les Illes Balears, Cra. Valldemossa km 7.5, 07122 Palma de Mallorca, Illes Balears, España.

Abstract

The Chairs of Company (Cátedras de Empresa) play an interesting role in the University environment and act as an important link between University and Society. Depending on the definition of the Chair, their activities could present different focus, their activities could be more dedicated to research and innovation, education, social disclosure, etc. Moreover, these Chairs of Company could be framed in humanistic, tourism, scientific or engineering and technical profile, depending on the characteristics of the company involved.

In this work we deal with engineering and technical profiles chairs, in particular the Energy Innovation EndesaRed UIB Chair with Endesa Company. This chair is mostly dedicated to investigation, development and innovation projects and provide the opportunity for students to know more about the electricity sector and participate in projects defined in the activities agenda. Aspects on other technological Company Chairs, as Sampol and Llabrés-Feliu will be also commented.

These kind of collaborations must be strengthened since they produce benefits in both parts, the company can obtain results from projects of interest as well as outstanding social visibility while the university establishes a contact with the business world knowing the most necessary profiles and thus try to adapt graduate skills of related degrees.

Keywords: *Company Chairs, University&Society, Research&Development, Professional and University Skills.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

Resumen

Las Cátedras de Empresa desempeñan un papel interesante en el entorno universitario y son un vínculo importante entre universidad y sociedad. Dependiendo de la definición de la Cátedra, sus actividades podrían presentar un enfoque diferente, podrían estar más dedicadas a la investigación y la innovación, la educación, la divulgación social, etc. Además, podrían estar enmarcadas en programas humanísticos, turísticos, científicos o perfiles técnicos y de ingeniería, según las características de la entidad involucrada.

En este trabajo, nos centramos en la Cátedra EndesaRed UIB de Innovación Energética con la compañía eléctrica Endesa, cátedra de perfil técnico-ingenieril. Está dedicada principalmente a proyectos de investigación, desarrollo e innovación brindando a estudiantes la oportunidad de profundizar en el conocimiento del sector eléctrico y de participar en diferentes proyectos que se definen en la agenda de actividades. También se comentarán aspectos de otras Cátedras tecnológicas como Sampol y Llabrés-Feliu.

Este tipo de colaboraciones deben ser potenciadas puesto que producen beneficios en ambas partes, la empresa obtiene resultados de proyectos de su interés además de una visibilidad social destacada mientras que la universidad establece un contacto con el mundo empresarial conociendo los perfiles más necesarios y así intentando adaptar las competencias de los grados relacionados

Palabras clave: *Cátedras de empresa; Universidad y Sociedad; Investigación y Desarrollo; Competencias profesionales y estudios universitarios.*

1. Introducción

Las Cátedras de Empresa son muchas y variadas actualmente en el entorno universitario actual. Entendidas como convenios entre Universidad y Empresa, con una aportación económica cuyo mínimo viene establecido en la normativa de la Universidad, juegan un papel muy interesante en el entorno universitario. Dependiendo de la empresa o entidad involucrada en la cátedra, los perfiles de estas mismas pueden ser muy variados, así como de temática muy diferente. De esta manera existen cátedras cuyo perfil está enfocado a la divulgación social, bien sea mediante exposiciones bien a través de la organización de jornadas o reuniones, otras presentan un perfil docente que se puede desarrollar mediante la organización de cursos, seminarios, visitas, talleres. También pueden tener asociado un perfil investigador (I+D+i) el

ISBN: 978-84-09-02970-9

cual se mostrará mediante la realización de trabajos y proyectos cuya temática normalmente estará relacionada con aspectos de interés de la empresa o entidad relacionada. Los resultados que se obtengan serán utilizados por la empresa y podrán dar lugar a publicaciones, comunicaciones en congresos y/o trabajos fin de grado o trabajos fin de master.

Inmersos ya de lleno en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES-plan Bolonia) [1-4], en el cual uno de los objetivos principales consiste en intentar acercar los perfiles profesionales a los perfiles universitarios, es decir a las competencias de la profesión, del mundo empresarial, a las competencias que deben adquirir los estudiantes en el seguimiento de los currículos de los grados que se imparten en las universidades europeas, el contacto entre Universidad y Empresa se hace completamente necesario y en este sentido las Cátedras de Empresa pueden ser un mecanismo muy importante a través del cual se puede avanzar en el conocimiento directo por parte de la Universidad de estos perfiles profesionales demandados en el entorno laboral.

La Universitat de les Illes Balears es una de las universidades españolas con menor proporción de número de estudios de grado en el ámbito de la ingeniería y arquitectura (estudios técnicos) como se desprende del informe 2018 COTEC [5]. La figura 1 muestra la distribución de títulos de grado en la UIB y en el conjunto de las universidades españolas donde se muestra que en el caso de los títulos del ámbito de Ingeniería y Arquitectura es del 17% del total en la UIB frente al 27% en el conjunto de universidades españolas.

Figura 1. Proporción de estudiantes por ámbitos de conocimiento. UIB vs Universidades españolas.

De esta manera, en la Universitat de les Illes Balears, las cátedras de perfil técnico a pesar de que sean las que tengan menor presencia, sin duda su importancia será aún más destacada. En este trabajo vamos a realizar una descripción de tres cátedras de perfil técnico que se han desarrollado en nuestra Universidad, la cátedra EndesaRed UIB, la cátedra Sampol y la cátedra Llabrés Feliu. Estas dos últimas en la actualidad no están activas, si bien han desarrollado actividades muy interesantes y se encuentran nuevamente en fase de negociación tras el período de crisis económica severa que parece se está superando con éxito.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Estas empresas son también candidatas a ofrecer, bien a través de la Cátedra, bien como entidad propia, prácticas en empresa (o también denominadas prácticas externas) a nuestros estudiantes de grados o másteres del ámbito técnico (ingeniería y arquitectura).

Este trabajo se estructura de la siguiente manera: tras esta introducción se dedican tres secciones (2,3 y 4) a la descripción de las tres cátedras antes mencionadas, para finalizar en la sección 5 con las principales conclusiones del trabajo.

2. La Cátedra EndesaRed UIB de Innovación Energética

Esta Cátedra tiene 10 años de existencia en la Universitat de les Illes Balears. El perfil de la misma está claramente enfocado a la investigación y desarrollo a través de proyectos que se han ido realizando (y que se están realizando actualmente). Además de estas actividades de investigación se han llevado a cabo otras de carácter docente, como la realización de seminarios especializados y de divulgación sobre el sector de la electricidad a alumnos del grado en ingeniería electrónica industrial y a alumnos del master en ingeniería industrial que se imparten en nuestra Universidad. De esta manera se acercan conocimientos del sector eléctrico a nuestros alumnos. Si bien los alumnos cursan asignaturas relacionadas en sus currículos de grado y master, la presentación de temas por parte de especialistas de la empresa les permite tener una visión más de carácter profesional que enriquece su formación. Además, también se han realizado visitas a centros singulares tales como una central de generación eléctrica o el principal centro de control de red donde los alumnos pueden ver in situ como se desarrolla el día a día en este tipo de tareas.

Otra actividad de difusión ha consistido en la “Fira de la Ciència”, muestra organizada en la comunidad de las Islas Baleares, en la que se ha dispuesto de un stand presentando proyectos que se estaban realizando en la Cátedra. Se ha participado en dos ediciones, una en Mallorca y la otra en Ibiza.

Como se ha comentado anteriormente, la actividad principal de la cátedra consiste en la investigación. De hecho, la mayor parte del presupuesto de la misma se destina a la dotación de becas o contratos a recién graduados incluyendo estudiantes de master para su participación en el desarrollo de proyectos de interés para la empresa, así como a la adquisición de equipos y componentes necesarios para la ejecución de los trabajos. En este sentido pasamos a comentar algunos de ellos. Uno de los primeros proyectos desarrollados consistió en el diseño e implementación de un sistema de monitorización de una estación fotovoltaica de 100kW instalada en la central de generación de Son Reus (Islas Baleares). En este proyecto se instalaron transformadores de medida juntamente con un analizador de redes y un sistema de automatización de medidas basado en un ordenador con bus GPIB y tarjetas de adquisición de datos. En el sistema se contemplaba también la inclusión de un piranómetro para la medición de radiación solar. El principal objetivo del proyecto se centraba en la determinación experimental de la variación de generación de energía (derivada máxima de la energía) en

ISBN: 978-84-09-02970-9

presencia de nubes. Los resultados del proyecto, en los que se determinaron derivadas importantes en la generación, tienen un interés destacado para la organización de tareas en un centro de control, ya que desde el propio centro deben gestionarse las aportaciones de renovables, las cuales pueden presentar pérdidas de generación o ganancias importantes en intervalos de tiempo reducido [6].

Otro proyecto destacado consistió en la modelización de consumo de un coche eléctrico. En este proyecto se implementó un sistema de monitorización de consumo de un coche eléctrico que permitía la medida automatizada de pendientes, velocidades, energías consumidas, potencias desarrolladas, etc. A través de esta caracterización experimental se desarrolló un sencillo modelo de consumo que contemplaba los diferentes parámetros. Se observó como el consumo en entornos urbanos mostraba que el vehículo presentaba una eficiencia muy importante en términos de consumo. También se trabajó el impacto que podría tener la inclusión masiva de coches eléctricos en la red con el objetivo de recargar las baterías [7-8]. Dicho proyecto se reflejó en un trabajo de fin de master en la UIB [9].

En un tercer proyecto se trabajó en la determinación de los puntos de la red en los que deberían colocarse pararrayos con la finalidad de evitar cortes de suministro por tormentas. El proyecto se aplicó a líneas de electrificación de la isla de Menorca llevándose a cabo la instalación de los pararrayos por parte de la empresa. Los resultados fueron muy satisfactorios, observándose casi la eliminación de cortes de suministro con la instalación de estos sistemas.

En otro de los proyectos se desarrolló una herramienta de software para la concienciación de los peligros de los trabajos en torres, así como de la toma de precauciones antes de iniciar dichos trabajos. La herramienta, después de definirle una serie de parámetros sobre la torre, el operario y condiciones climatológicas, mediante la consideración de modelos mecánicos simples advertía del riesgo de rotura de la torre, de la necesidad de considerar riostras, etc. El software permitía el cálculo en torres de media y en torres de baja tensión. El objetivo era concienciar la importancia de la denominación cero accidentes en trabajos. Este trabajo se presentó también en un concurso de valores humanos organizado por la Cátedra Victoriano Muñoz Oms de Valores Humanos, quedando finalista del mismo.

Todos estos trabajos permiten al alumno (en este caso de master) conocer y trabajar en proyectos que presentan un cierto interés desde un punto de vista profesional-empresarial, así como introducirse en el campo de la investigación tecnológica. La motivación de los mismos es muy elevada puesto que ven como están involucrados en tareas de interés industrial.

Esta cátedra se mantiene actualmente activa en la UIB, si bien en los dos últimos años ha cambiado la relación con la empresa respecto de los años anteriores. Inicialmente la relación UIB – empresa era de carácter local, donde los interlocutores eran de la empresa Endesa (Baleares) y los proyectos realizados estaban en línea con los intereses de la empresa en el entorno local. En los dos últimos años, la relación es con la empresa *Innovation Technnology (NT Innovation)* pasando a la realización de proyectos más globales y de interés para la empresa (hoy ENEL) a nivel nacional o incluso internacional. En este sentido se está trabajando

ISBN: 978-84-09-02970-9

en temas de digitalización y de prevención y seguridad. Ambos paradigmas presentan ventajas e inconvenientes, la relación del día a día con la empresa cercana representaba una ventaja en la planificación y ejecución de los trabajos, mientras que la relación con una parte de la empresa dedicada a los temas de innovación permite involucrarse en proyectos más globales si bien la planificación a veces puede resultar menos efectiva.

3. La Cátedra Sampol

La Cátedra Sampol de eficiencia y gestión energética, patrocinada por la empresa Sampol Ingeniería y Obras S.A. nació en el año 2008. *Sampol Ingeniería y Obras S.A.* es una empresa familiar fundada el año 1934 y de capital íntegramente balear. Sus actividades a nivel global, con presencia en 3 continentes, se focalizan en los siguientes sectores como son las infraestructuras de transporte, la generación y distribución de energía, las instalaciones industriales, hoteleras y de edificios singulares, y las infraestructuras de telecomunicaciones. En todas estas actividades la empresa destaca por la búsqueda de la excelencia en la eficiencia energética. Los objetivos de la cátedra Sampol de eficiencia y gestión energética son: promover las actividades docentes en el área de la gestión energética y las energías renovables, la organización y participación en actividades divulgativas de la gestión integral y de la eficiencia energética, y fundamentalmente la realización de tareas de investigación y desarrollo (I+D) conjunta entre la empresa y la Universidad de las Islas Baleares.

En el marco de las actuaciones conjuntas de investigación llevadas a cabo, las más destacables a lo largo de esta última década han sido cronológicamente la proyección y ejecución de un sistema de 14 recargas de vehículos eléctricos desplegados entre el Parc Bit (parque tecnológico de referencia de las islas Baleares, y anexo a la Universidad de las Islas Baleares) y la Universidad de las Islas Baleares a lo largo del año 2012, que fueron integrados bajo una *Smartgrid* propia que un sistema propio de gestión de la recarga en función de la demanda energética bajo el paraguas de un proyecto tractor de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares. Cabe destacar que este proyecto fue de referencia en las islas Baleares al haberse desarrollado en un momento en el cual no existía ninguna normativa electrotécnica referente al despliegue de las instalaciones de recarga de vehículos eléctricos en el ámbito nacional, y haberse desarrollado y desplegado una red inteligente con tecnología propia a fin de gestionar la demanda de dicho sistema de recarga. Relacionados con este proyecto se ofertaron y realizaron tres trabajos de final de grado, transfiriéndose así parte del conocimiento desarrollado por la cátedra en esta actividad a los futuros titulados del Grado en Ingeniería Industrial y Automática de la Universidad de las Islas Baleares.

A lo largo del año 2013, los miembros de la cátedra, conjuntamente con algunos estudiantes becados del grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, participaron en un proyecto de la UE financiado en una convocatoria del séptimo programa marco (FP7), titulado "WATTALIST". El objetivo del proyecto fue la generación de conocimiento en el marco de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicación (ICT), a fin de conseguir una reducción

ISBN: 978-84-09-02970-9

de la demanda energética de los edificios basándose en modelos DR (*Demand-Response*). En el marco de este proyecto, el equipo de la cátedra desarrolló el proyecto ejecutivo de implantación de un sistema de monitorización remota del consumo del edificio Anselm Turmeda (sede la Escuela Politécnica Superior en el Campus de la UIB) así como de las diferentes variables ambientales de dicho edificio. Se dotaron los equipos de medida necesarios para que el proyecto sea utilizado como *Test Site* del proyecto WATTALIST en las Islas Baleares. Se han obtenido reducciones de hasta el 30% del consumo energético del edificio.

Finalmente, el año 2014 fue concedido el proyecto SHINE (*Solar Heat Integration Network*) en el marco de una acción de la UE [10], para crear una red Marie Curie para potenciar la formación de profesionales altamente competentes (doctorados) en el ámbito de las aplicaciones de la energía solar térmica y de las redes de distrito térmicas. Participaron los miembros de la cátedra Sampol y de la empresa, además de los 11 partners de diferentes países europeos. El objetivo principal de esta red, que se desarrolló entre principios de 2014 y septiembre de 2018, fue la capacitación de profesionales para proyectar y desplegar grandes redes de distrito basadas en energía solar térmica para aplicaciones industriales, así como su aplicación en sistemas de trigeneración mediante la consideración de sistemas de absorción. Para ello se compuso un gran consorcio multidisciplinario para la formación integral de 13 estudiantes de doctorado, financiados por el propio proyecto. El consorcio lo conformaron seis universidades y cinco empresas del sector privado de seis países europeos diferentes. Concretamente, la cátedra participó activamente en la formación de dos estudiantes de doctorado que a lo largo de 2019 han defendido sus respectivas tesis doctorales en la Universidad de las Islas Baleares, habiendo contribuido así, a la formación de dos profesionales altamente cualificados en el ámbito de la proyección y el despliegue de grandes instalaciones solares térmicas en el ámbito de la industria.

Además del perfil inminentemente de investigación y desarrollo (I+D) de esta catedra, descrito anteriormente, se decidió apostar también por una faceta académica al aportar la visión profesional/empresarial mediante técnicos propios de la empresa que dieron soporte a la impartición de la asignatura optativa de "Energías Renovables" del Grado en Ingeniería Industrial y Automática de la Universidad de las Islas Baleares, con el objetivo de formar a técnicos competentes en el ámbito de la proyección y ejecución de plantas energéticas basadas en fuentes renovables, principalmente energía solar fotovoltaica, eólica y solar térmica. Esta fue una de las asignaturas optativas cursadas por un porcentaje mayor de estudiantes de dichos estudios.

4. La Cátedra Fundación Miquel Llabrés Feliu

Está Cátedra fue patrocinada por la empresa Construcciones Llabrés Feliu S.L., creándose en el año 2006. Dicha empresa se dedica a la construcción y promoción de viviendas. El grupo de empresas, además, cubría otros aspectos de servicios inmobiliarios y mantenimiento. La

ISBN: 978-84-09-02970-9

empresa es una organización que se orienta mejorar el sector de la construcción, implementando las mejoras tecnológicas, así como la recuperación de técnicas tradicionales, integrando criterios de sostenibilidad y respeto al medio ambiente. Esta era la filosofía empresarial que se intentó transmitir a la Cátedra. La finalidad era trabajar conjuntamente con la Universitat de las Illes Balears (UIB) para proporcionar a estudiantes y profesionales del sector de la construcción un foro en el cual analizar todos estos aspectos relacionados con el sector.

A diferencia de las anteriores cátedras, ésta contempla un perfil docente muy destacado, de hecho, dentro del presupuesto de la misma se contemplaba la financiación de una asignatura optativa dentro de los estudios de grado en edificación lo que permitía una mayor optatividad a los alumnos, mejorando la calidad de los estudios de Arquitectura Técnica. En particular se trataba de una asignatura dedicada al estudio de la Construcción Tradicional que incluía todos los sistemas, maquinaría y procesos constructivos de la construcción tradicional de Mallorca. La asignatura ha tenido una gran aceptación por los alumnos de Arquitectura Técnica, siendo cursadas por un porcentaje muy elevado de los alumnos que seguían los estudios.

Otra área relacionada con la docencia que financiaba la Cátedra Llabrés Feliu eran las becas para la realización del PFC. Estas becas consistían en ayudas económicas de hasta 3.000€ concedidas por un tribunal para la financiación de estos trabajos. Las becas tenían una gran aceptación, con 12 ayudas concedidas en total. Además, se realizó la convocatoria de un premio al mejor PFC. Muchos de los PFC subvencionados han supuesto la creación de una línea de investigación que ha tenido sus frutos en publicaciones en revistas y congresos de ámbito internacional.

Además de apoyo a la docencia mediante financiación de asignatura y becas para poder realizar los PFC, cabe mencionar que la Cátedra ha organizado un congreso anual bajo la denominación genérica de Jornada Técnica Anual, dirigida tanto a profesionales como a estudiantes de esta materia. Bajo este formato se realizaron hasta tres ediciones dedicadas a la restauración del patrimonio arquitectónico y la sostenibilidad en la construcción en los años 2007, 2008 y 2009. Las tres ediciones acumularon una asistencia de 350 personas. En el año 2008 la Cátedra organizó un ciclo orientado al análisis de la productividad en la construcción.

5. Conclusiones

En este trabajo se han descrito las actividades de tres cátedras de empresa de carácter tecnológico en la Universitat de les Illes Balears, en particular las cátedras Endesa-Red, Sampol y Llabrés–Feliu. Como se puede ver, todas ellas tienen aspectos simlares pero también aspectos diferenciadores.

Con respecto a la cátedra Endesa, el cambio de paradigma comentado en este trabajo se evaluará en los próximos años si ha implicado una mejora en la transferencia de resultados a la sociedad, o si por el contario, al globalizarse los objetivos y proyectos el papel de la Cátedra queda un poco más diluido.

ISBN: 978-84-09-02970-9

En definitiva, las cátedras de empresa en la universidad tienen una gran relevancia puesto que permiten un acercamiento entre la Universidad y la Empresa, aspecto muy importante dentro del EEES donde las competencias universitarias y las profesionales deben presentar un grado de aproximación destacadísimo.

Referencias

[1] Michávila, F. y Zamorano, S. (2007). Reflexiones sobre los cambios metodológicos anunciados en la Educación Superior en España. Educación y futuro. Revista de Investigación Aplicada y Experiencias Educativas, 16, 31-46.

[2] De Miguel, M. et al (2006). Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientación para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación. Madrid: Alianza Editorial.

[3] Fernández March, A. (2010). La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria. Revista de Docencia Universitaria, 8 (1), 11-34.

[4] Fernández, A. (2006): Metodologías activas para la formación de competencias. Educación Siglo XXI, 24, 35-56.

[5] "Informe COTEC 2018: Innovación en España", Fundación COTEC para la innovación (2018). http://cotec.es/pdfs/COTEC-informe-2018.pdf

[6] Oliver, B.; Mas, F.; Isern, E.; Picos, R.; Frau, J.; Gil, J, "Sistema automático para la monitorización de variables de una estación fotovoltaica", XVIII Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación-SAAEI11, pp391-396, Badajoz, España, 2011. ISBN 978-84-933682-3-4

[7] Mas, B.; Oliver, B.; Isern, E.; Picos, R.; Roca, M.; Frau, J., "Monitorización de vehículos eléctricos para el desarrollo de modelos de consumo", SAAEI 2012. Seminario anual de automática, electrónica industrial e Instrumentación, pp 482-487, Guimarães, Portugal, 2012 ISBN- 978-972-98603-5-5

[8] Salas, V.; Blanco, V.; Mas, F.B.; Roca, M.; Isern, E.; Picos, R.; Frau, J., "Desarrollo de modelos de consumo eléctrico en función de parámetros de conducción en vehículos eléctricos", Seminario Anual de Automática y Electrónica Industrial (SAAEI 2013), Madrid, España, 2013

[9] Francisco de Borja Mas Boned -"Monitorización y desarrollo del modelo de consumo de un vehículo eléctrico" Trabajo fin de master en el programa de Master Universitario de Ingeniería Electrónica (interuniversitario entre UIB y UPC), Abril 2013.

[10] UE. (2013). Solar Heat Integration Network. Retrieved from https://cordis.europa.eu/project/rcn/109061/factsheet/en

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

City lab as a tool to engage Erasmus students. Two experience seeking for sustainable solutions for the city

V. G. Lo-Iacono-Ferreira[a], M. R. Arroyo López[b], J.I Torregrosa López[a], T. Ruiz Sánchez[b],
valoia@upv.es; maarlo3@cam.upv.es; truizsa@tra.upv.es; jitorreg@iqn.upv.es

[a]Institute for Industrial, Radipphysical and Environmental Saffety (ISIRYM) (Universitat Politècnica de València, Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801, Alcoy, Spain)
[b]Transport Department, School of Civil Engineering (Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain)

Abstract
The number of Erasmus exchanges is increasing during the last years at UPV. The multiple benefits of these exchanges are well-known. In this paper, the use of the city of destination as a City Lab in order to engage Erasmus students in the local environment is explored. For this purpose, several actions have been designed and implemented in two different courses of UPV (Alcoy and Valencia). Results show that the experience of the class is enriched when students are encouraged to present their own examples from their cities origins and the application of new concepts to the host city foster the participation. Additionally, role play has proven to be a useful tool to streamline the last session of a long course where, often, exchange students are looking forward to going back home.

Keywords: *City lab, Erasmus, Case study, Sustainability*

Resumen
El número de alumnos Erasmus ha aumentando en los últimos años. Los múltiples beneficios de estos intercambios son bien conocidos. En este documento, se explora el uso de la ciudad de destino como un laboratorio para involucrar a los estudiantes Erasmus en el entorno local. Para ello, se han diseñado e implementado varias acciones en dos cursos diferentes de la UPV (Alcoy y Valencia). Los resultados muestran que la experiencia de la clase se enriquece cuando se anima a los estudiantes a presentar sus propios ejemplos relacionados a sus ciudades de origen y que la aplicación de los nuevos conceptos en la ciudad de destino anima a la participación. Además, los juegos de roles han demostrado ser una herramienta útil para simplificar la última sesión de un curso largo en el que, a menudo, los estudiantes de intercambio esperan regresar a casa.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Palabras clave: *City lab, Erasmus, Caso de estudio, Sostenibilidad*

1. Introduction

Spain is one of the main destinations chosen by exchange students. During 2016-2017 academic year (last data available), the number of Erasmus Higher Education Exchanges increased to 325800 internships (European Commission, 2019). Offering subjects and courses in English is a strength of Universitat Politècnica de València (UPV).

The project method has always been a challenge but also an opportunity for engineering topics (Johnson, 1999). The application of classroom practices and team work has already shown their benefits increasing the transversal competences of students (Ardid Ramírez et al., 2015). Exchange students offered a unique environment to test new methodologies even in long term projects (Sierra Velasco, 2018).

This paper presents the teaching experience of two courses developed in two different locations of UPV where the environment and dynamic of both the university campus and the origin city of Erasmus students, are key components.

1.2 The Erasmus program

The Erasmus (European Community Action Scheme for the Mobility of University Students) is an exchange program of the European Union developed in 1987 (European Union, 1987). The overall priorities of this program includes the improvement of key competences and skills, both highly relevant to the labor market and to a cohesive society and fostering social inclusion, promoting citizens and the common values of freedom, tolerance and non-discrimination through education (Erasmus+ Annual Report, 2016).

1.3 UPV as host campus: Valencia and Alcoy

According to the data provided by the Spanish Service for Educational Internationalization (SEPIE), UPV is established as the fourth European University based on the amount of students received through the program Erasmus+ K103 (SEPIE, 2019). Taking into account the number of students sent by UPV to different European destinations the UPV occupies the eighth position.

During the current academic year (2018-2019) UPV has incorporated 1909 exchange students through different programs, such as Erasmus+ K103, Erasmus+ K107, PROMOE (Exchange Program for destinations outside Europe) and SICUE (Exchange System between Spanish Universities).

Considering the country of origin, the higher number of incoming students with Erasmus grant corresponds to Germany, Italy and France, followed by Poland, Netherlands, Belgium and the United Kingdom. Nevertheless, it is also remarkable the presence of students from different countries outside Europe, for example United States, Chile, Argentina, Mexico, China or Australia thanks to other grants (e.g. PROMOE, Santander Grado).

ISBN: 978-84-09-02970-9

2. Methodology

Several actions were designed and implemented in two different courses of UPV in order to engage the Erasmus students to participate in local environment through the use of the city of destination as a City Lab with the following objectives:

- Engage students' participation and interaction using practical examples from their cities of origin as well as other cities where they have travelled.
- Illustrate theoretical concepts considering real scenarios of the city of destination.
- Propose the city of destination as a case study for practical activities.

The main goal of this methodology is for the students to acquire the learning outcomes gaining also a global overview of the implementation of the topics of study in European Cities. Moreover, several soft skills are developed during this course, including working in team and preparing oral presentations among others.

For this purpose, two courses were selected: one from Valencia Campus and one from Alcoy Campus. The course selected from Valencia Campus is "Urban Transport and Sustainable Mobility", an elective course of Civil Engineering Master Degree, allocated in the second semester. In this academic year (2018-2019) 20 students are enrolled in the course, 16 exchange student and 4 local.

From Alcoy Campus, the course selected is also elective. "Environmental Engineering" is included in the Master's degree in Organisational and Logistics Engineering, allocated in the second semester. Two academic years have been object of study with 14 students; 2017-2018 (5 students) and 2018-2019 (9 students), all exchange students.

Fig. 2 shows the distribution of the students included in this study.

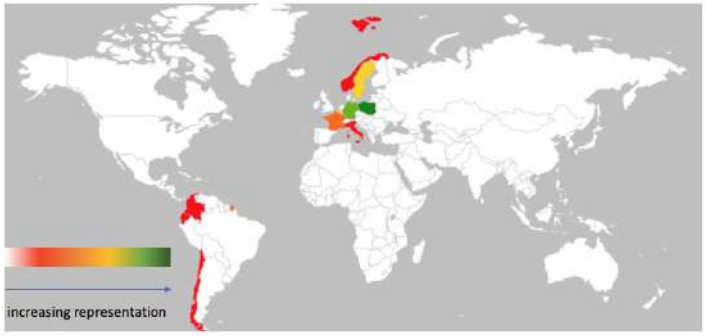


Figure 2. Students included in the study by country: location and density map.

The teaching methodology followed in each course is described in the following sections.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2.1 Evaluation of a Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP) of a city

This learning activity is developed within the framework of the study of Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP) as main exercise of the course taught in UPV's Valencia Campus. The methodology applied in this course is based on flipped classroom technique. For this purpose, ELTIS guide (European Commission, 2013) is provided to students as a document of reference. ELTIS is the guide developed by the European Commission to develop and implement a SUMP, including policy making, participation processes and technical aspects. Additionally, several examples from European cities and good practices are also provided.

Students are asked to choose a European city that they have visited recently with the condition that documentation related to its SUMP is available online. The professor checks the adequacy of the SUMP selected by each group and makes sure that none of the cities is repeated. A document is elaborated and uploaded to Poliformat (UPV's online teaching platform), so that all the participants are aware of the cities of the study of the rest of the classmates.

Students are required to work in pairs. During the following 10 sessions (2 sessions per week of 2 hours each), the distribution of each week is as follows:

- Prior to the class the students are asked to read one step of the guide.
- Session 1: at the beginning of the class, a one-minute question is proposed in order to check the understanding of the reading. Next, each of the groups are asked to evaluate their SUMP, searching for evidences of the execution of the tasks recommended by the guidelines in each step. A set of questions is given to serve a scheme for this work. The professor checks the progress of the work and contributes to the discussion of several aspects of the SUMP evaluation. At the end of the class, the presentations are uploaded to Poliformat.
- Session 2: each group presents their work developed the previous session. The rest of the students make questions based on their experience and comparing the evaluation of their SUMP and participate in the discussion.

2.2 Definition of Sustainability Indicators for city management

This topic focused on the study of two specific concepts:

- the working areas for a smart city transformation
- types and scope of sustainability indicators

Students gain knowledge about how a smart city is conceived and how the transformation in the city is organized through 6 different areas: smart mobility, smart living, smart environment, smart governance, smart people and smart economy. The key aspects of each area are described in a master class. Students are required to identify key aspects at their home city or other cities they have visited and know well supported by online search (15

ISBN: 978-84-09-02970-9

min). Each student has 2 additional minutes to explain to the class their election and the key aspects guided by the professor when necessary. This first topic takes a whole session.

The following session is focused on indicators. Students are instructed into type of indicators (DPSIR classification, SMART, Key Performance Indicators) and tested with discussion over simple examples moderated by the professor. Examples are uploaded to the forum so students can go back to them if they need it during the following sessions.

The activity defined for this topic is presented to the whole class as a team integrated by the groups defined randomly by two or three members with the only rule of not having two members of the same nationality on the group (if possible).

The session that follows the master class regarding common knowledge of indicators has the main goal of introducing project management concepts and tools to students as some of them might not be familiar with: work structure and organization chart, SCRUM methodology and project workspace tools: Trello (Atlassian, 2019).

A database including more than 600 indicators related to smart city is facilitated by the professor to the team. The database is built with the following items:

- indicators name
- short description
- reference (author, year)

An additional database of references is also provided to students. During the 8 following sessions, students developed the scheduled tasks and upload documents to the forum of PoliformaT maintaining the workspace updated. Students are required to fill the database with the following information: quantitative or qualitative characteristic of the indicator, units (if applicable), related smart city area and related smart city subarea (if needed).

For the organization of the teaching activity, a project manager is required to be identified for the whole team. Before starting the activity, the team has to:

- define tasks to be developed and responsible of each one using SCRUM to optimize human resources
- build the project workspace in Trello
- define deadlines according to the time available
- assigned each group a smart area to address

This activity is usually completed during the same session.

2.3 Study of solutions: City Lab

The objective of this activity is to apply the theoretical learning acquired during the course to solve a specific problem in the area. Thus, both specific and soft skills are developed, including analytic reasoning, evaluating the situation and identifying problems, proposing solutions, working in teams etc.

ISBN: 978-84-09-02970-9

The teaching activity consists of the final project of the course, so that it is placed during the last part of the semester. Students developed their project applying all the concepts gain during the course. A final presentation close the final project where students are required to sum app their results and define the added value to the case object of study.

2.3.1 Urban mobility solutions

The selected topic targets the mobility problems which are produced at Pobles del Nord of Valencia. This area is characterized for having large congestion and roads which cross several cities with an important agricultural and cultural value which has not been protected.

The area of study is presented in class (session 1). The professor summarizes the current situation and describes briefly the main problems related to sustainability and urban mobility. Each of the groups search for information, including data available online, local press, maps, etc.

Students are asked to attend a 4-hour conference which is held in the area of the study. The current situation is exposed related to the area considering different points of view. After the presentation, students have the opportunity to interact with several stakeholders. Students are asked to visit the main areas already identified as critical parts.

The final project starts after the conference and along 3 sessions, including a presentation by groups. Based on the information already collected, they must develop a diagnostic of the current situation and the proposal of measures to improve urban mobility. They should take into consideration the learning outcomes of the course. The professor checks the progress and guides the groups.

After presentations, the professor summarizes the main findings and conclusions and establish several topics of discussion selecting some measures considering the opinion of the whole group.

2.3.2 Integrated smart and sustainability solutions

This subject is developed as a final project. Students have an introductory seminar regarding the concept of Life Cycle Assessment, Life Social Assessment, Circular Economy and life cycle thinking. These concepts are set as the baseline of the solution that students are required to define. The city to develop this project is Alcoy. The problems of the city and the plans for it transformation into smart city is presented by an external expert.

Using the indicators database completed in the previous stage (section 2.2), the team is required to define a selection of indicators to address each city area during the smart transformation. A role play is the final goal of the project where the team sells the set of indicators defined as a tool to assess the smartness and sustainability of the city during the transformation process to the head of a fictitious consulting company where they work and the mayor of the city embodied by the two professors in charge of the course.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Results and conclusions

Although setting the experience in different courses and different locations can be considered a challenge, being aware of the strength of each Campus and it environment has become an opportunity for both professors and students. Figure 3 shows the distribution of the 30 sessions (1 semester) with their main topics for each course. It can be highlighted that in both courses, more than 55% of the time is dedicated to the work in class by students developing City Lab activities. These activities include the application of new concepts and a case study.

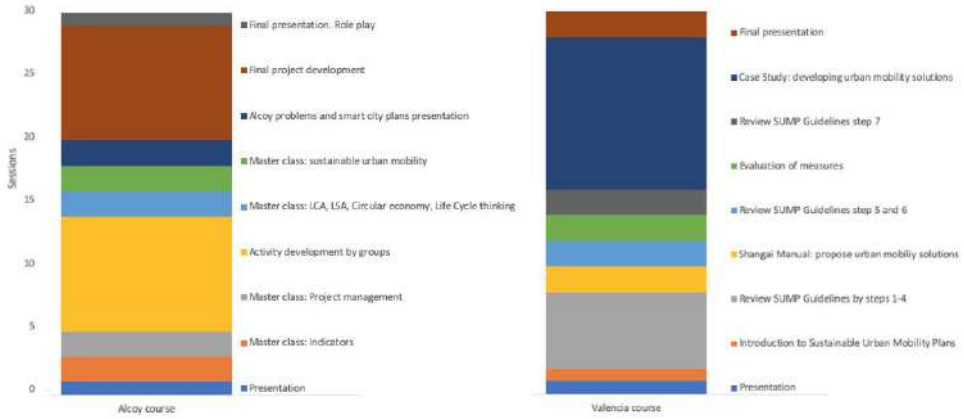


Figure 3. Distribution of sessions by topic and course

Using examples of the home city or cities student's know well, help them identifying and internalizing new concepts by association to familiar examples. Furthermore, using the host city as a lab increase the interest of students in the subject as goes along with their more personal activities as Erasmus.

Working with exchange students (Erasmus program or similar) enrich the experience of the class when they are encouraged to present their own examples although their personal situation can imply demanding tasks to keep them engaged. Role play has proven to be a useful tool to streamline the last session of a long course where, often, exchange students are looking forward to going back home.

Satisfaction of students have shown up with a high level of participation. All enrolled students address a high level of activity not only in class but in PoliformaT between sessions sharing their experience and examples. Satisfactory results are expected in annual student survey for current course encouraging professors to continue developing this methodology using City Lab experience as the core of the course.

ISBN: 978-84-09-02970-9

References

Ardid Ramírez et al., (2015) Las prácticas de aula y el trabajo en equipo: una oportunidad para que los alumnos adquieran dimensiones competenciales. Innovación educativa en las enseñanzas técnicas. Volumen 1. CUIEET 2014. ISBN 978-84-9044-107-7 pp 186- 194.

Atlassian (2019) Trello. https://trello.com/en

European Commission (2017) Erasmus+ annual report 2016 - Publications Office of the EU. ISBN 978-92-79-73890-6, ISSN 2467-4362. DOI 10.2766/845275

European Union (1987) . 87/327/EEC: Council Decision of 15 June 1987 adopting the European Community Action Scheme for the Mobility of University Students (Erasmus) OJ L 166, 25.6.1987, p. 20–24. http://data.europa.eu/eli/dec/1987/327/oj

European Commission (2013). Guidelines. Developing and implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. http://www.eltis.org/guidelines/sump-guidelines

Johnson, P.A. (1999). Project-based, cooperative learning in the engineering classroom, Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 125 (1), 8-11.

SEPIE (2019) Internationalization of Spanish Higher Education. Retrieved from http://sepie.es/internationalisation.html on April 9th, 2019.

Sierra Velasco et al. (2018) Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos ERASMUS. Libro de actas. XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET) 25 al 27 junio 2019. Gijón. pp 186-197

ISBN: 978-84-09-02970-9

A Network to enhance International Cooperation for Research and Training on Nuclear Engineering between Universities and other Higher Education Institutions

José Ródenas on behalf of the CHERNE Network
jrodenas@iqn.upv.es

Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València (UPV), Camino de Vera 14, E-46022 Valencia (Spain)

Abstract

The educational capacity of many Institutions of Higher Education in Nuclear Engineering has been sharply decreasing during last decades under the combined effect of a declining interest among students as well as from academic and political authorities. Furthermore, financial restrictions have made it increasingly difficult to maintain and develop facilities, equipment and academic staff needed for practical training of students as well as for basic research in the involved institutions. Industry, research institutes and universities need to work together to co-ordinate more effectively their efforts to encourage the younger generation and to develop and promote a program of collaboration in nuclear education and training. The obvious solution is an increasing cooperation at the international level on the educational efforts. The CHERNE network is a wide-scope open academic initiative to enhance cooperation among its partners, focused on teaching and learning activities. Typical activities organized within the network include workshops, intensive courses and seminars. Student and professor exchanges are very important and are organized in the framework of the ERASMUS and other international programs. In this paper, the CHERNE network, its objectives and the activities developed, or foreseen are presented.

Keywords: *international cooperation, technical universities, nuclear engineering, learning improvement, student exchange, intensive international courses.*

Resumen

La capacidad educativa de muchas instituciones de educación superior en ingeniería nuclear ha disminuido considerablemente durante las últimas décadas bajo el efecto combinado de un interés decreciente entre los estudiantes y

ISBN: 978-84-09-02970-9

las autoridades académicas o políticas. Además, las restricciones financieras han hecho cada vez más difícil mantener y desarrollar instalaciones, equipo y personal académico necesario para la capacitación práctica de los estudiantes, así como para la investigación básica en las instituciones involucradas. La industria, los institutos de investigación y las universidades deben trabajar juntos para coordinar más eficazmente sus esfuerzos para alentar a las generaciones jóvenes y promover un programa d colaboración en educación y capacitación en el campo nuclear. La solución obvia es una creciente cooperación a nivel internacional en los esfuerzos educativos. La red CHERNE es una iniciativa académica abierta de amplio alcance para mejorar la cooperación entre sus socios, centrada en actividades educativas. Las actividades típicas organizadas dentro de la red incluyen talleres, cursos intensivos y seminarios. Los intercambios de estudiantes y profesores son muy importantes y se organizan en el marco de ERASMUS y otros programas internacionales. En este trabajo, se presenta la red CHERNE, sus objetivos y las actividades desarrolladas o previstas.

Palabras clave: *cooperación internacional, universidades técnicas, ingeniería nuclear, mejora del aprendizaje, intercambio de estudiantes, cursos intensivos internacionales.*

1. Introduction

The educational capacity of many Institutions of Higher Education in Nuclear Engineering has been sharply decreasing during last decades under the combined effect of a declining interest among students as well as among academic and political authorities. Furthermore, financial restrictions have made it increasingly difficult to maintain and develop facilities, equipment and academic staff needed for practical training of students as well as for basic research in the involved institutions. Nevertheless, a significant number of professionals at different levels of education continue to be required for safely operating and managing the nuclear industry and other activities involving the use of radiations.

Each university and country presents a different situation, but many departments that were initially able to propose a large panel of orientations in this field had to reduce their offer and to concentrate it on a few specialities.

Industry, research institutes and universities need to work together to co-ordinate more effectively their efforts to encourage the younger generation and to develop and promote a program of collaboration in nuclear education and training. The obvious solution is an increasing cooperation at the international level on the educational efforts. For this reason, several networks have been developed, some of them focused on specific domains, others concentrated on high level professional training, some strongly structured and others not.

ISBN: 978-84-09-02970-9

The CHERNE network, created in 2005, is an initiative mainly focussed on teaching and learning activities to develop a wide-scope open academic network to enhance cooperation, competence and equipment sharing between its partners.

Cooperation should enhance the mutual support by learning from each other, by exchanging experiences, and by regular mutual reflections on how to counteract the 'less interest among students' and the 'less interest among the academic and political authorities' and also on how to learn from more successful or from less successful partners.

In this paper, the CHERNE network and its main objectives are presented as well as activities developed since its foundation. Special attention is given to international intensive courses organized for students of member institutions.

2. The CHERNE network

The CHERNE network has its origin on some ERASMUS Intensive Programmes (IP) organised during first years of this century with the participation of ČVUT (České Vysoké Učení Technické v Praze, Czech Republic), DIQN-UPV (Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València), ISIB (Institut Supérieur Industriel de Bruxelles, Belgique), XIOS (Hogeschool Limburg, Diepenbeek, Belgium) and FH Aachen (Fachhochschule Aachen, Campus Jülich, Germany) (Čechak et al., 2005).

A larger partnership was considered necessary to extend the scope of this collaboration, and it was initiated with the constitution of the CHERNE network in 2005 during a workshop organised in Valencia (Spain) by UPV (Ródenas, J. (Ed.), 2005). The five mentioned institutions plus Alma Mater Studiorum - Università degli Studi di Bologna (Italia) signed a declaration to constitute CHERNE that stands for Cooperation in Higher Education on Radiological and Nuclear Engineering. This declaration contains details concerning organisation, membership and activities of the network.

The partners of CHERNE meet once a year in a workshop to evaluate the activities of the network and discuss any proposal to extend or modify them as well as amendments to the declaration if any. No fee is foreseen for CHERNE membership. CHERNE has a minimal administrative organisation, ensured by the Secretary elected at the annual meeting. Secretary of CHERNE was Prof. José Ródenas (UPV) since 2005 till 2015 when he irrevocably resigned and it was elected Prof. Isabelle Gerardy (ISIB-HE2B) who presently continues being the Secretary. The Secretary manages a Web page through which the activities of the network are communicated. The site was https://www.upv.es/cherne/ till 2016 when it moved to http://www.cherne.ntua.gr/. A Bulletin was also periodically published for partners and a CHERNE platform was created to give public access to activities of the network.

Academic and research institutions, companies or individuals are accepted as members on presentation by two members, including at least one European academic member. Documents for this presentation as well as the list of partners can be found at the official Web site.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Besides the six initial members, founders of CHERNE in 2005, successive members joined the network: ETSEI de Barcelona; Politecnico di Milano; Università di Messina; Kansas State University (USA); Università di Catania; Universidade Técnica de Lisboa; Universidade de Coimbra; Università di Palermo; Universidad de Salamanca; National Technical University of Athens; Aristotle University of Thessaloniki; Belarusian State University, Minsk (Belarus); Universidade da Beira Interior (UBI), Covilhã (Portugal); Università degli Studi di Milano (Italia); and Hochschule University of Manheim (Germany).

3. CHERNE activities

The scope of CHERNE is not limited and any activity related to higher education in radiological and/or nuclear engineering can be proposed. CHERNE activities will be organised mostly for students of members, mainly at Master level. They should include at least a one-week/2 ECTS module. It is necessary to include practical training in activities for students, including when possible access to large facilities. The language used in CHERNE activities is English. They will be organised at no cost, or very low fee, for students coming from other partner institutions. The organising partner will find and propose cheap accommodation for the students coming from abroad. When possible, the organisation of CHERNE activities will be included in ERASMUS exchanges. Therefore, the partners are encouraged to sign bilateral ERASMUS agreements.

3.1 Workshops

An important activity is the Annual Workshop where activities developed in each partner institution are presented including teaching and research. The Workshop is open to non-members who can present their own activities. At the same time, the Annual Council of CHERNE is organised to evaluate the network activities and discuss new proposals. So far, 15 Workshops have been organised: Valencia (Spain) in 2005, where the network was created (Ródenas, J. (Ed.), 2005), Valencia in 2006 (Ródenas, J. (Ed.), 2006), Prague (Czech Republic) in 2007, Favignana (Italy) in 2008 (Mostacci, D. and Ródenas, J. (Eds.), 2008), Jülich (Germany) in 2009, Coimbra (Portugal) in 2010, Brussels (Belgium) in 2011, Athens (Greece) in 2012, Salamanca (Spain) in 2013, Thessaloniki (Greece) in 2014, Minsk (Belarus) in 2015, Cervia (Italy) in 2016, Covilhã (Portugal) in 2017, Macugnaga (Italy), in 2018, Portopalo di Capo Passero, (Italy) in 2019.

3.2 Intensive courses

ERASMUS Intensive Programmes were the most important of intensive courses. **PAN**: Practical Approach to Nuclear techniques, was organised in 2002 and 2003 in Prague, and in 2004 in Mol-Brussels. After the creation of CHERNE, a second IP (**SPERANSA**, Stimulation of Practical Expertise in RAdiological and Nuclear SAfety) was organised in 2006 (Mol-Jülich), 2007 (Prague) and 2008 (Mol-Brussels). Posterior IPs supported by the Erasmus programme were: **JUNCSS** (Jülich Nuclear Chemistry Summer School) organised always in Jülich (2008, 2009, 2010); **ICARO (**Intensive Course on Accelerator and Reactor Operation and

ISBN: 978-84-09-02970-9

applications) organised in 2009 (Lisboa ITN), 2010 (Catania-Palermo) and 2011 (Lisboa ITN); **SARA (**Safe Application of RAdiation and radionuclides) organised in 2012 (Mol-Jülich), 2013 (Prague) and 2014 (Mol-Geel- Diepenbeek); **MANTRA (**Medical Applications of Nuclear Techniques and Radiations) organised in 2014 (Bologna). Professors and students of several CHERNE members participated in these IPs.

Other one-week intensive courses were organised without EU support. **MARC (**Methods and Applications of Radiation Chemistry); and **RADAM** (RAdiation Detection And Measurement) in Jülich. **RAP-NOCOS** (Radiation protection and nuclear measurement in non-conventional sectors) and **XIMER** (XIOS-ISIB Measurements of Environmental Radioactivity) took place in Brussels and Diepenbeek (Belgium). Several Master Seminars at UPV were given by professors of CHERNE partners (PoliMilano, ISIB, FH Aachen and Coimbra). **PRA** (Probabilistic Risk Assessment of Nuclear Power Plants) at UPV.

3.3 Participation at International Conferences

The organization and interest of CHERNE as well as activities organised and improvements achieved were presented by CHERNE members at different International Conferences. Some of them are: ETRAP 2005, Brussels, Belgium (Čechak et al., 2005); First EUTERP Platform Workshop 2007, Vilnius, Lithuania (Ródenas, J., 2007); European Nuclear Conference 2007, Brussels, Belgium (Tondeur, F. and Ródenas, J., 2007); NESTet Conference 2008, Budapest, Hungary (Ródenas, J., 2008); IRPA-12 Buenos Aires 2008; ETRAP 2009, Lisboa, Portugal (Ródenas, J., 2009); 1st World Engineering Education Flash Week, SEFI Annual Conference, Lisboa 2011; ETRAP 2013, Vienna, Austria; NESTet Conference 2016 Berlin, Germany; ETRAP 2017, Valencia, Spain; 8th EUTERP WORKSHOP, 2019, Qawra, St Paul's Bay, Malta (Schreurs, S., 2019).

4. Erasmus+ Strategic Partnership

New Erasmus+ programs, replacing IPs appeared with a different format. They were Strategic Partnership projects. Some members of CHERNE applied for these projects and they got two successive projects approved. "*Blended learning in radiation protection and radioecology* (15PS0002)" for 2015-2017 and "*Train the trainees - Train future trainers in radiation protection and nuclear technology* (18PS0002)" for the period 2018-2020 (Schreurs, S., 2019).

4.1 Blended learning in radiation protection and radioecology

Objectives of development of a blended learning program in radiation protection and radioecology are the continuous education program for people already involved in radiation protection, but also acquisition of specific competences in the nuclear field for those who were not involved in nuclear and radiological techniques during their studies. Another objective is the contribution towards standardization of the knowledge across Europe in radiation protection and safe use of radioactive materials.

ISBN: 978-84-09-02970-9

E-learning (virtual mobility) and training courses (real mobility) were two ways to fulfil these objectives. E-learning modules are used as a preparation for advanced course modules, for selection of students in the case of practical sessions and finally for the follow-up of the global program. Real mobility gives students access to large experimental devices not present in each country and the opportunity to do an internship in other EU countries.

Training modules organised during 2016 and 2017 have been: **Safe industrial applications of radiation and radionuclides** at CTU Prague; **Radiochemistry** at HESpaak, FHAachen; **Probability Risk Assessment** at UPV; **Radioactive waste management** at UHasselt; and **Practical radiation protection in medical field** at Bologna University.

4.2 Train future trainers in radiation protection and nuclear technology

Starting from the previous developed blended learning environment with E-modules and training schools, new teaching activities are proposed. Before each training school, Moodle modules for self-study and MCQ for self-assessment. Tasks in advance in small mixed groups (3-4 students): Video lectures on Sustanaible Development Goals (SDG) and Google meet sessions. The training school includes team work in the same mixed groups, e-modules to prepare laboratory activities and background information, group task presentation, presentations about laboratory experiments and final MCQ.

During 2019 three training schools have been organized: MERADE, Environmental radioactivity in Brussels; RC-MED, Radiochemistry and medical dosimetry in Mannheim; and NIRM, Nuclear Industry and Risk Management in Prague. Next academic year, training schools will be continued in other universities.

5. Results

Positive results and negative ones have been got so far. Among positive ones they are: IP organised; courses and seminars given by professors of one institution in others; cooperation bilateral and multilateral between institutions for Master and PHD Thesis. These collaborations imply Erasmus bilateral agreements between partner institutions. Exchanges of professors and students can be considered the main fruit of the network. Among negative results, they can be mentioned those courses not organised or without enough attendance, inactive partners, and some failure in communication.

At the end of each course organized, students evaluate the level of individual lectures, exercises, technical visits and social activities in the form of a questionnaire. It is not evaluated only the form and contents of teaching, but also the benefits for further study and the level of study materials available to them. The ratings are mostly positive, being the social evening the best evaluated. Problems appear sometimes due to different focus of the students, some are focused on reactor physics, some on medical applications, others on radioprotection, etc. Students tend to be critical, but results of surveys showed a good acceptance and they were useful to improve successive editions.

ISBN: 978-84-09-02970-9

The main problem associated with CHERNE activities is financing. It is really the key difficulty. If the courses are to be financially viable, they need to be supported by grants, mostly from the EU programs. If the courses are not financed, it is necessary to look for sponsors. On the other hand, CHERNE activities are based on the enthusiasm of individuals in a number of partner institutions, without whom the network would soon be disbanded. A young generation should continue their work. For some activities, it is difficult to bring together a good enough group of students who would regard the course as a contribution to their education, and not merely as a pleasant sightseeing tour.

6. Conclusions

On the basis of an existing collaboration between some teaching institutions, the creation of the CHERNE network permitted to enhance the educational cooperation among the partners.

The main target of the network has been to develop teaching activities for the benefit of students of the institutions belonging to the network.

The CHERNE network represents a clear added value for students, in particular with the intensification of Erasmus exchanges between partners. Consequently, the exchange of students has been clearly increased, giving them an access to specialized fields not developed in their own institution.

A clear result obtained so far with the CHERNE network, more specifically with the intensive courses developed, is the enhancement of the interest of students and academic authorities on Nuclear Engineering.

The perspective of the CHERNE network is to gradually propose more activities, while admitting new partners who can contribute to the network life with new activities and more students benefiting of them.

Strategic Partnership projects are giving more opportunities to students of our institutions to participate on training courses through Europe, improving their learning and giving them the possibility of contacts with other institutions.

Acknowledgements

The author wants to acknowledge the work of all members of the CHERNE network on behalf of them is presented this document, but he wants specially to acknowledge to François Tondeur, from ISIB, Tomáš Čechák from CVUT Prague, and Francesco Cadini from Politecnico Milano, for their help providing some data on the courses organized.

Agradecimientos

El autor agradece el trabajo de todos los miembros de la red CHERNE, en nombre de los cuales presenta este trabajo, especialmente a François Tondeur, del ISIB, Tomáš Čechák de CVUT Prague, y Francesco Cadini del Politécnico de Milano, por su ayuda proporcionando datos sobre los cursos organizados.

ISBN: 978-84-09-02970-9

References

Čechak, T., Hoyler, F., Janssens, H., Ródenas, J., Scherer, U., Tondeur, F., (2005). *Sharing the access to big nuclear facilities for safety training: experience of an ERASMUS intensive programme.* 3rd International Conference on Education and Training in Radiological Protection ETRAP 2005, Brussels, Belgium.

Mostacci, D. and Ródenas, J. (Eds.), (2008). Proceedings of the *Fourth Workshop on European Collaboration for Higher Education and Research in Nuclear Engineering and Radiological Protection* CHERNE 2008, Favignana Island, Italy.

Ródenas, J. (Ed.), (2005). Proceedings of the *First Workshop on European Collaboration for Higher Education and Research in Nuclear Engineering and Radiological Protection* CHERNE 2005, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

Ródenas, J. (Ed.), (2006). Proceedings of the *Second Workshop on European Collaboration for Higher Education and Research in Nuclear Engineering and Radiological Protection* CHERNE 2006, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

Ródenas, J. on behalf of the CHERNE Network, (2007). *CHERNE – Cooperation for Higher Education on Radiological and Nuclear Engineering.* First EUTERP Platform Workshop; Vilnius, Lithuania.

Ródenas, J., on behalf of the CHERNE Network (2008). *A Network to enhance cooperation for Higher Education on Nuclear Engineering*. Nuclear Engineering Science and Technology education and training (NESTet), Budapest, Hungary.

Ródenas, J., (2009) *A network to enhance collaboration between higher education institutions on radiological protection and nuclear engineering.* ETRAP-2009: 4th International Conference on Education and Training in Radiological Protection. Lisboa, Portugal,

Schreurs, S., Mostacci, D., Thinová, L., Ródenas, J., Soares, S., Scherer, U., Gerardy, I., (2019). *International training in nuclear technology and radiation protection with a good balance between academic and generic employability skills: Training the future trainers.* 8th EUTERP WORKSHOP Optimization of training in radiation protection. April 10-12, 2019. Dolmen Hotel, Qawra, St Paul's Bay, Malta.

Tondeur, F., Ródenas, J., on behalf of the CHERNE Network (2007). *CHERNE – Developing a Network to enhance Cooperation for Higher Education on Radiological and Nuclear Engineering.* European Nuclear Conference 2007 (ENC2007); Brussels, Belgium.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Visión de los alumnos extranjeros sobre las prácticas de laboratorio impartidas en la UPV por el DIMM

Fidel Salas Vicente[a], Angel Vicente Escuder[a] y Manuel Pascual Guillamón[a]
fisavi@doctor.upv.es, avicente@mcm.upv.es, mpascual@mcm.upv.es

[a]Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, 46022, Valencia, España

Abstract

Laboratory sessions are a basic part of the education of future engineers. Therefore, the vast majority of the courses devote part of the instruction time to them.

This report presents the results of a foreign students survey. The students were following different courses related to materials science at the UPV.

The obtained results show that in the selected courses, on average, the students have more laboratory sessions and more opportunities of working by themselves with the laboratory equipment than abroad. At the same time they show the great importance students attach to laboratory sessions regarding their education and future professional performance, without this involving a desire to avoid theory lectures.

Keywords: *Lab sessions, foreign students, laboratory, materials*

Resumen

Las prácticas de laboratorio son una parte fundamental de la formación de un futuro ingeniero, por lo que en la mayor parte de las asignaturas se dedica a ellas una parte del tiempo lectivo.

Este trabajo presenta los resultados obtenidos tras encuestar a una serie de alumnos extranjeros de distintas asignaturas relacionadas con la ciencia de materiales en la UPV.

Los resultados indican que de media en las asignaturas estudiadas se reciben más prácticas y con mayor posibilidad de trabajar personalmente con los equipos de laboratorio que en el extranjero. Al mismo tiempo muestran la gran importancia que los alumnos conceden a la realización de prácticas para su

ISBN: 978-84-09-02970-9

formación y futuro desempeño profesional, sin que eso suponga que querrían evitar las clases de teoría.

Palabras clave: *Prácticas, alumnos extranjeros, laboratorio, materiales.*

1. Introducción

Las prácticas de laboratorio siempre han sido una parte fundamental de la formación en cualquier enseñanza técnica, puesto que se está formando a personas que en el ejercicio de su futura vida profesional deberán enfrentarse más veces a la resolución de problemas prácticos que teóricos. Si bien esta afirmación puede haber perdido algo de fuerza desde la aparición de las primeras escuelas de ingeniería (Feisel, 2005), no es menos cierto que vuelve a reforzarse cuando se habla continuamente de trabajo en grupo o aprendizaje basado en proyectos y, con razón o sin ella, se busca alejar el proceso educativo de las clásicas clases magistrales en las que el alumno es un espectador.

En las sesiones de laboratorio el alumno ve como los conceptos tratados en las clases de teoría son aplicados en la vida cotidiana y como las fórmulas que en un principio puede encontrar ininteligibles se usan para diseñar un objeto sencillo. Estas sesiones ayudan al alumno a comprender y consolidar la materia estudiada y, aunque la redacción de memorias fuera del horario lectivo les supone una carga adicional al habitual estudio de la asignatura, suelen ser apreciadas.

En el área de materiales del Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales de la Politécnica de Valencia siempre se ha tenido esto en cuenta y las prácticas de laboratorio suponen actualmente un 40% del total de créditos lectivos impartidos.

Cuando, como profesores de prácticas, hemos preguntado a alumnos extranjeros qué opinan de la universidad y la asignatura, suelen manifestar que les ha sorprendido gratamente la cantidad de prácticas de laboratorio que se hacen e incluso ha habido quien ha dicho que en su país prácticamente no llegan a poder trabajar personalmente con ningún equipo de laboratorio, limitándose su tarea a ver como el profesor lleva a cabo la experiencia.

Difícilmente se puede discutir que se limite el acceso de los alumnos a equipos de laboratorio en países con escasos recursos dado que el coste de sustituir un equipo averiado por un alumno inexperto puede no ser asumible, pero incluso alumnos de algunos países que, cuanto menos, están a nuestro nivel nos han manifestado lo mismo. Es por ello que en durante el año

ISBN: 978-84-09-02970-9

pasado y en lo que va del presente decidimos pasar una pequeña encuesta a los alumnos extranjeros a los que impartíamos clase.

Este trabajo presenta los resultados obtenidos, y muestra tanto la importancia de las prácticas para el alumno como, desde el punto de vista de los alumnos extranjeros, la oportunidad que les ofrecemos.

2. Trabajos Relacionados

Rathod enumera (Rathod, 2008) enumera algunas ideas para mejorar el aprovechamiento de las prácticas de laboratorio y su relación con las clases de teoría, aunque antes de aplicar ninguna medida es mejor saber cuáles son las preferencias de los alumnos en cuanto a las prácticas de laboratorio frente a las clases teóricas.

Shiavi (Shiavi, 2005) indica una preferencia de los alumnos por las prácticas en una clase de informática, mientras que Lin (Lin, 2009) no encuentra preferencia por ninguno de los dos tipos de clases en alumnos de ingeniería electrónica, aunque en última instancia el gusto por las prácticas de laboratorio podría depender de la personalidad del alumno (Tsai, 1999). En cualquier caso, parece que los estudiantes valoran las prácticas de laboratorio y encuentran que son útiles para su vida laboral (Alsayyari, 2016).

3. Metodología

Las encuesta que se ha pasado a los alumnos extranjeros durante los cursos 2017-2018 y 2018-2019 ha sido la siguiente:

- When compared to your university of origin, in this course, do you have more or less laboratory sessions than in your university?

1 – Far less	2	3 - Equal	4	5 – Far more

- When compared to your university of origin, in this course, do you have more or less chances of working with laboratory equipments by yourself than in your university?

1 – Far less	2	3 - Equal	4	5 – Far more

- Do laboratory sessions motivate you more or less than theory sessions?

1 – Far less	2	3 - Equal	4	5 – Far more

- Do you think laboratory sessions help you in understanding the subject?

ISBN: 978-84-09-02970-9

1 – Not at all	2	3 - Indifferent	4	5 – Essential

- Do you think laboratory sessions will help you to be prepared for your professional life?

1 – Not at all	2	3 - Indifferent	4	5 – Essential

- What amount of laboratory sessions should a course have?

1 – 0%	2	3 – 50%	4	5 – 100%

Las encuestas se pasaron en las asignaturas:

- Tecnología y aplicación de materiales no tradicionales, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación
- Inspección y diagnóstico de daños en servicio, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
- Materiales, de la Escuela Técnica Superior de la Ingeniería del Diseño

En total respondieron a la encuesta 43 alumnos, a los que se les dijo que no indicasen su nombre en la hoja de la encuesta con el fin de que sus respuestas no estuviesen condicionadas de ninguna manera.

En cuanto a las nacionalidades, participaron alumnos de Alemania (3), Italia (12), Dinamarca (3), Jordania (1), Francia (13), Finlandia (3), Singapur (2), Taiwan (1), Bélgica (2) y Kazajistán (3).

Como puede verse, los alumnos proceden tanto de Europa como de Asia, no habiéndose pasado la encuesta a alumnos provenientes de América o África.

Debe tenerse en cuenta que el estudio se basa en la percepción subjetiva de los alumnos y no en la revisión de los planes de estudio y guías docentes de las universidades de procedencia de los alumnos.

4. Resultados

La figura 1 muestra el análisis de las respuestas obtenidas para la primera pregunta. La mayor parte de los alumnos indican que tienen una cantidad similar de sesiones de laboratorio o algo más, habiendo incluso un 13% que indica que tiene muchas más prácticas. Por otro lado, un 17% indica que tiene algo más de prácticas en su Universidad.

ISBN: 978-84-09-02970-9

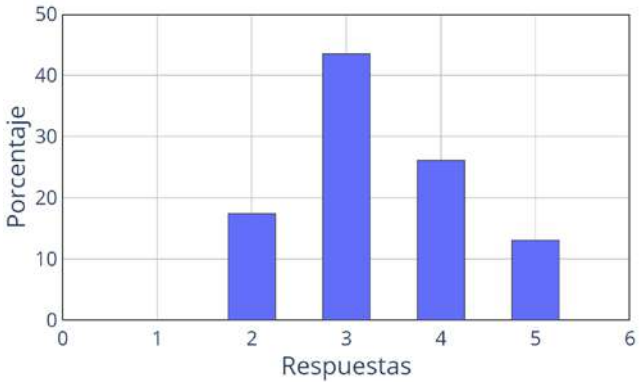


Figura 1.- Porcentaje de cada respuesta sobre si en la UPV los alumnos tienen más o menos prácticas que en su universidad de origen

En cualquier caso, si se calcula la media del valor numérico asignado a cada respuesta, se obtiene un valor de 3,35, lo que indica que en las asignaturas evaluadas se está por encima de la media respecto a otros países en cuanto a la cantidad de prácticas impartidas.

La segunda pregunta (figura 2) proporciona unos datos mucho más interesantes, pues nos indica que los alumnos tienen, de media, bastantes más oportunidades de manejar personalmente los equipos de laboratorio que en sus países, aunque más del 41% indican que tienen las mismas posibilidades y un 8% especifica que en sus universidades trabajan mucho más ellos mismos con los equipos, en lugar de ver como lo hace el profesor.

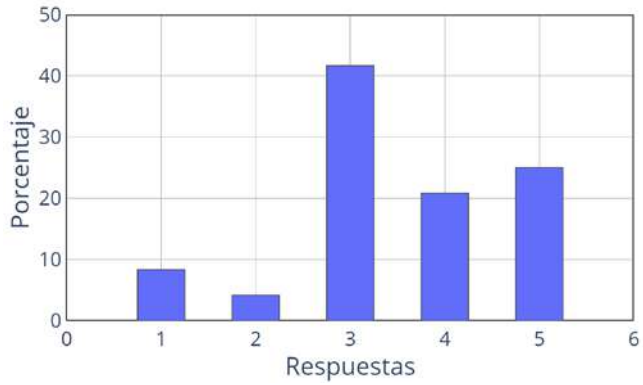


Figura 2.- Porcentaje de cada respuesta sobre si los alumnos usan personalmente más o menos los equipos de laboratorio que en su universidad de origen

La media del valor numérico de las respuestas, 3,5, muestra que en este aspecto aún tenemos una posición superior a la media de los países de origen, mejor aún que en el caso de la primera pregunta. No obstante, dado que las carreras técnicas son eminentemente prácticas, convendría estudiar cómo funcionan esas universidades en las que los alumnos trabajan mucho más con los equipos de laboratorio, pues no es lo mismo que sea porque disponen de

ISBN: 978-84-09-02970-9

muchos más recursos económicos que se deba a una mejor organización y diseño de las prácticas de laboratorio.

Hasta aquí se ha visto que el área de materiales se encuentra bien posicionada en cuanto al número de prácticas y a la posibilidad de que los alumnos experimentes con sus manos en el laboratorio. Las figuras 3ª y 3b muestran la visión que tienen los alumnos encuestados sobre cuán importantes son las prácticas para su aprendizaje.

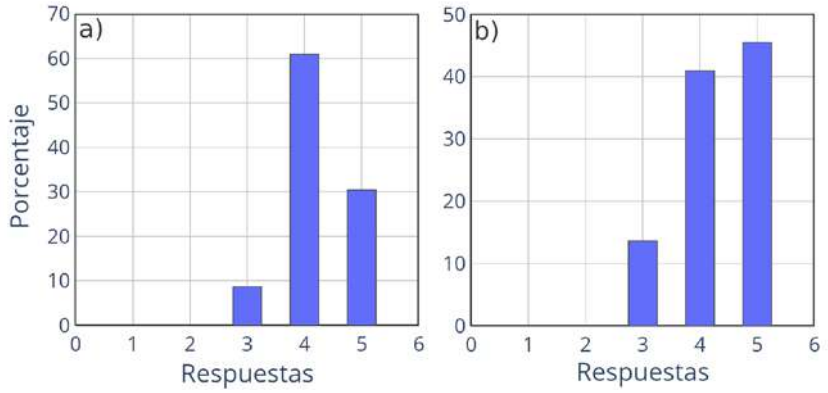


Figura 3.- Porcentaje de cada respuesta sobre a) si las prácticas son más motivadoras que las clases de teoría y b) si las practices ayudan a entender la asignatura

En ambas gráficas se ve la gran importancia que conceden los alumnos a las sesiones de laboratorio, puesto que para la gran mayoría de los alumnos estas clases son más motivadoras que las de teoría y las encuentran necesarias para alcanzar una comprensión correcta de la materia estudiada.

Estos resultados no son de extrañar, por dos razones, por que las prácticas son mucho más amenas que las clases de teoría, teniendo el alumno un papel muy activo (siempre que sea él quien trabaje con los equipos) y por que se trata de futuros profesionales con una clara orientación al trabajo aplicado, lo que hace que se sientan atraídos hacia la experimentación en el laboratorio.

La figura 4, referente a si los alumnos creen que las prácticas de laboratorio son importantes para su futuro desempeño profesional, corrobora esta afirmación, con una puntuación media de 4,37, la más desplazada hacia la derecha de todas ellas.

ISBN: 978-84-09-02970-9

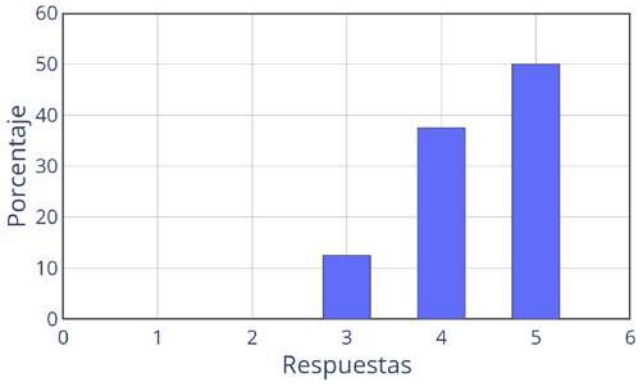


Figura 4.- Procentaje de cada respuesta sobre si los alumnos creen que las practicas son importantes para su futura vida profesional

Como se ve, los alumnos son conscientes del tipo de carrera que están estudiando y es muy posible que esa sea una de las razones por la que la han elegido.

Pese a que la figura 3a indica una gran preferencia por las prácticas frente a las clases teóricas, los alumnos entrevistados también entienden que las clases de teoría son una parte fundamental de su formación y la mayor parte de ellos opina que las prácticas no deberían suponer más de un 50% de las horas lectivas, como muestra la figura 5.

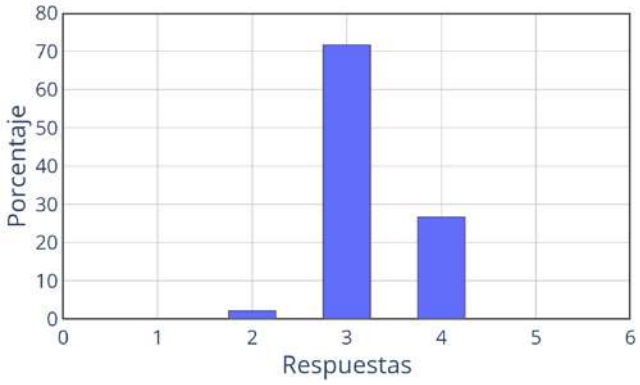


***Figura 5.*- Porcentaje de cada respuesta sobre qué porcentaje de prácticas debería tener una asignatura**

5. Conclusiones

La preguntas hechas a los alumnos extranjeros en las 3 asignaturas evaluadas, todas ellas relacionadas con la ciencia de materiales pero en distintas escuelas, han proporcionado los siguientes resultados :

ISBN: 978-84-09-02970-9

- El porcentaje de prácticas en las asignaturas impartidas por el área de materiales es superior a la media de las universidades de procedencia de los alumnos.
- De media, la probabilidad de que los alumnos trabajes con sus propias manos con los equipos de laboratorio es mayor en la UPV que en sus universidades.
- Los alumnos se sienten más motivados durante las prácticas que durante las clases de teoría y opinan que les ayudan a comprender la asignatura y son imprescindibles para su futuro desempeño como profesionales.
- Pese a la importancia que los alumnos conceden a las prácticas, también entienden que la teoría es necesaria y calculan que un 50% es el porcentaje adecuado de prácticas en relación a las horas lectivas.

Estas respuestas posicionan a la UPV por encima de la media respecto a otras universidades extranjeras, aunque es todavía posible mejorar en algunos puntos. Los autores consideran interesante ampliar el número de preguntas y encuestados para tener una mejor visión sobre como se pueden mejorar las prácticas de laboratorio y potenciar sus efectos en la formación del alumnado.

Referencias

Alsayyari, A., y Hafez, A. A. (2016). Engineering education in Shaqra University between theory and application. In 2016 IEEE 8th International Conference on Engineering Education (ICEED) (pp. 50-55). IEEE.

Lin, C. C. y Tsai, C. C. (2009). The relationships between students' conceptions of learning engineering and their preferences for classroom and laboratory learning environments. Journal of Engineering Education, 98(2), 193-204.

Feisel L.D. y Rosa A.J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. Journal of engineering education, 94 (1), 121-131.

Rathod, S.S. and Kalbande, D.R. (2008). Improving Laboratory Experiences in Engineering Education. Proceedings of the 4th International CDIO Conference, Hogeschool Gent, Gent, Belgium

Tsai, C. C. (1999). “Laboratory exercises help me memorize the scientific truths”: A study of eighth graders' scientific epistemological views and learning in laboratory activities. Science Education, 83(6), 654-674.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Sistemas de gestión de compliance. Norma ISO 19600. Aplicación a un centro universitario

C. Manzanares Cañizares[a], C. de Lama Burgos[b], C. Gonzalez-Gaya[c]
cmanzanar2@alumno.uned.es; cdelama2@alumno.uned.es; cgonzalez@ind.uned.es

[a]UNED, C/ del Rosal 12, 28040, Madrid, España
[b]UNED, C/ del Rosal 12, 28020, Madrid, España
[c]UNED, C/ del Rosal 12, 28040, Madrid, España

Abstract

Currently, educational institutions are subject to potential risks related to non-compliance with applicable legislation in the field of education or consequences arising from unethical actions. Recent cases of lack of ethics and non-compliance with the academic regulations that have occurred in Spanish and North American academic institutions, show the need to implement management systems that help prevent legal, regulatory or simply unethical incluplimientos.

Keywords: *Management system, risks, ethics, integrity*

Resumen

Actualmente las instituciones educativas están sometidas a potenciales riegos relacionados con el incumplimiento de la legislación vigente aplicable en materia de educación o las consecuenicias derivadas de actuaciones con falta de ética. Recientes casos de falta de ética e incumplimiento de la normativa académica ocurridos en instituciones académicas españolas y norteamericanas, evidencian la necesidad de implantar sistemas de gestión que ayuden a prevenir los incluplimientos legales, normativos o simplemente la falta de ética

Palabras clave: *Sistema de gestión, riesgos, ética, integridad*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción.

El presente artículo tiene como objetivo presentar la norma *ISO 19600 Sistemas de gestión de compliance. Directrices*, así como mostrar una metodología básica de implantación en un centro universitario.

La norma ISO 19600 va a permitir ayudar a cualquier tipo de organización realizar la gestión y control de sus procesos y actividades, evitando riesgos potenciales relacionados con acciones poco éticas o bien con inclumplimientos legales. Este tipo de situaciones también se puede dar en instituciones universitarias debido a su relación y por los acuerdos de colaboración alcanzados con sus propios centros universitarios o con centros externos colaboradores. Es importante destacar la necesidad de evidenciar la solvencia y credibilidad de los diferentes centros universitario dentro del sistema educativo de un país y esto se puede conseguir mediante la implantación de una cultua de la integridad y de la ética en la prestación de los diferentes servicios relacionados con la formación universitaria.

Cualquier centro universitario debe cumplir con sus obligaciones siendo un *sistema de gestión de compliance* la base para garantizar dicho cumplimiento. Se considera un pilar básico de un *sistema de gestión de compliance* el compromiso de la dirección del centro universitario y de todo su personal con los principios de buen gobierno, proporcionalidad, transparencia y sostenibilidad.

Una vez establecido el *sistema de gestión de compliance*, se debe de realizar la evaluación del mismo mediante las correspondientes auditorías internas. En el caso que se evidencie un grado aceptable de implanrtación del *sistema de gestión de compliance* en relación con los requisitos de la norma ISO 19600, las organizaciones que lo deseen pueden solicitar la certificación a un organismo de cetificación de sistemas de gestión como AENOR, Applus, Bureau Veritas, SGS, etc. La certificación de un *sistema de gestión de compliance* obliga en base a las correspondientes auditorías anuales de seguimiento a inicir el camino de la mejora continua del *sistema de gestión de compliance* del centro universitario.

En el apartado 2.1 se realiza una breve descripción de los requisitos básicos que constituyen la norma ISO 19600.

La metodología para la implantación de un *sistema de gestión de compliance* en un centro universitario se indica en el apartado 2.2, en el cual se detallan los documentos básicos que debería establecer un centro universitario para cumplir con los requisitos de la norma ISO 19600.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2. Metodología

2.1 La norma ISO 19600 Sistemas de gestión de complance. Directrices.

La norma ISO 19600 en su edición de 2015 es una norma de gestión aplicable a cualquier tipo de organización cuya finalidad es ayudar a establecer un sistema de gestión orientado a garantizar la cultura de la integridad y del cumplimiento de todos los requisitos legales y de los acordados con las diferentes partes interesadas de la organización.

La norma sirve de guía para cualquier organización que desee implantar un *sistema de gestión de compliance*, cuyo desarrollo dependerá del tamaño, contexto y complejidad de las actividades de la organización.

La norma adopta la estructura de alto nivel para poder ser integrada en organizaciones que ya cuentan con otros sistemas de gestión como ISO 9001, ISO 14001, EN 45001 e ISO 50001. La tabla 1 muestra la estructura de la norma ISO 19600.

Tabla 1. Estructura de la norma ISO 19600

Estructura de la norma ISO 19600
1 Objeto y campo de aplicación
2 Normas de consulta
3 Términos y definiciones
4 Contexto de la organización
5 Liderazgo
6 Planificación
7 Apoyo
8 Operación
9 Evaluación del desempeño
10 Mejora

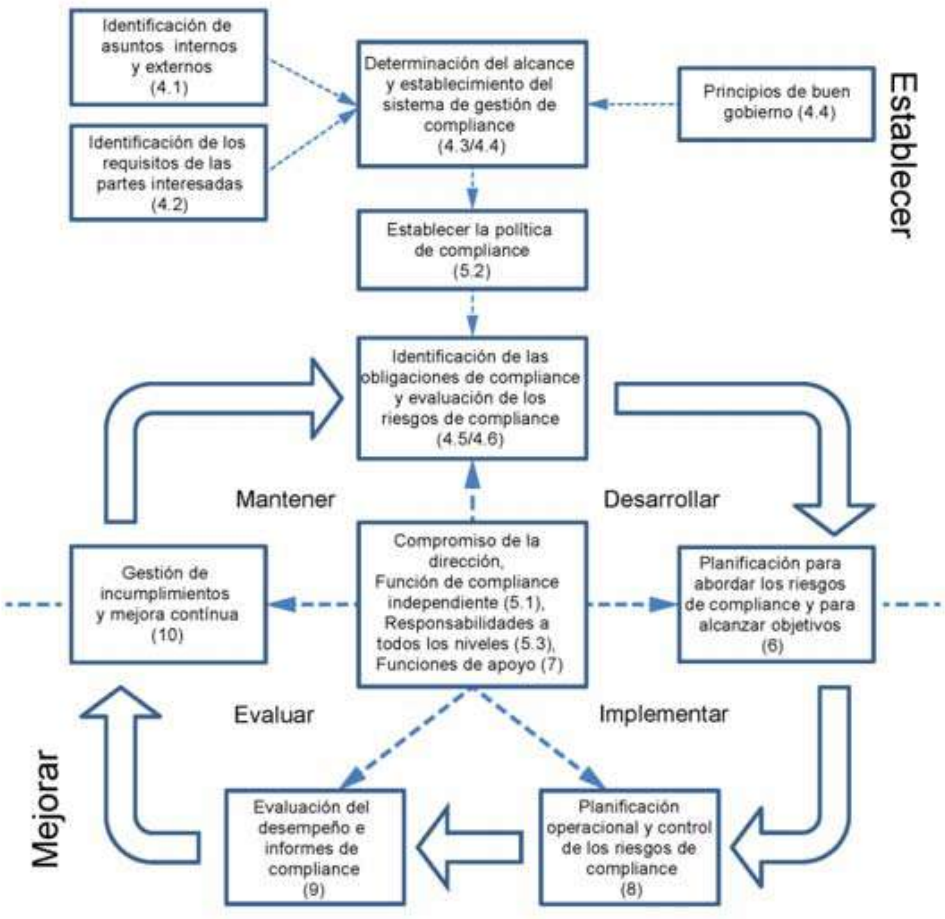
La norma también se puede aplicar sin que la organización tenga implantada ninguna de las normas indicadas, si bien la estructura de la norma también facilitará la integración de cualquier norma de gestión que presente la estructura de alto nivel indicada en la tabla 1.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La norma ISO 19600 se basa en los principios de buen gobierno, proporcionalidad, transparencia y sostenibilidad.

En la figura 1 se muestra un flujograma de un sistema de *gestión de compliance* basado en el principio de la mejora continua PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar).

Figura 1



Fuente: ISO 19600: 2015

Toda la documentación, registros, política, objetivos y cualquier documento relacionado con un *sistema de gestión de compliance* se elaborará en base al anterior esquema siguiendo la metodología de la gestión por procesos. Se deben tener en cuenta la integración de la

ISBN: 978-84-09-02970-9

gestión de compliance con los procesos de gestión de finanzas, riesgos, calidad, medio ambiente, prevención de riesgos laborales.

2.2 Aplicación de la norma ISO 19600 en un centro universitario.

Los requisitos de la norma ISO 19600 pueden ser aplicados en un centro universitario, lo que permitirá ayudar a garantizar el éxito de las actividades académicas desarrolladas.

Un *sistema de gestión de compliance* aplicado a toda la organización de un centro universitario permite demostrar su compromiso con:

- la normativa y los requisitos legales aplicables
- los procedimientos de trabajo de los organos de gobierno y departamentos
- el desarrollo y mejora de los planes de estudios
- el cumplimiento de la ética en la docencia

Para garantizar el éxito de la aplicación de un *sistema de gestión de compliance,* la dirección del centro universitario debe demostrar su compromiso con los valores de la universidad a la que pertenece el centro, los estándares de gobierno, de ética y con las relaciones de las diferentes partes interesadas de la comunidad universitaria.

El compromiso de la dirección del centro se demuestra mediante el establecimiento de la *Política de compliance,* la cual debe establecerse en línea con los valores, objetivos y estrategias del centro universitario.

Las fases a seguir para la implantación de un *sistema de gestión de compliance* de un centro universitario serían las siguientes.

- Identificación del contexto y de las partes interesadas del centro universitario (internas y externas).
- Identificación del alcance (planes de estudios, departamentos, servicios administrativos, etc.).
- Establecimiento de los principios de buen gobierno y de las obligaciones de compliance del centro universitario (normas, permisos, licencias, tratados, convenios, protocolos, etc.).
- Identificación, análisis y evaluación de riesgos.
- Establecimiento del liderazgo y compromiso de la dirección.
- Establecimiento de los roles y responsabilidades del personal que intervienen en el *sistema de gestión de compliance*

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Nombramiento de un *Responsable de compliance* o bien de un *Comité de compliance multidisciplinar* (dependerá del tipo de centro universitario, del alcance del sistema de gestión de compliance y de las partes interesadas).
- Establecimiento de los *objetivos de compliance.*
- Determinación de los recursos humanos y técnicos que formarán parte del *sistema de gestión de compliance.*
- Desarrollo, establecimiento y comunicación de la *cultura de compliance.*
- Establecimiento de los procedimientos, registros e indicadores que formarán parte del *sistema del sistema de gestión de compliance* (control operacional, evaluación del desempeño, auditorías internas, revisiones por la dirección, no conformidades y acciones correctivas, mejora continua).

Una vez desarrollados todos los documentos indicados se procederá a establecer el correspondiente *Plan de implantación* del *sistema de gestión de compliance* del centro universitario. La tabla 2 muestra los documentos que pueden formar parte del *sistema de gestión de complince* de un centro universitario en base a los requisitos de la norma ISO 19600.

Tabla 2. Documentos aplicables a un sistema de gestión de compliance

Documentos del sistema de gestión de compliance
Contexto de la organización (alcance / partes interesadas)
Manual del sistema de gestión de compliance
Política y objetivos de compliance
Cultura de compliance
Procedimiento de control de los documentos y registros
Procedimiento para la identificación, análisis y evaluación de riesgos
Procedimiento de formación, conciención y comunicación
Procedimientos de control operacional incluidos los procesos externalizados
Procedimientos de seguimiento, medición, análisis y evaluación
Procedimientos de auditoría interna
Procedimientos de revisión por la dirección
Procedimientos de no conformidades y acciones correctivas
Indicadores y registros

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Conclusiones

La norma ISO 19600 es una norma que puede ayudar a cualquier tipo de organización, incluidos los centros universitarios, a ganar en credibilidad en lo refente a aspectos éticos y en el desarrollo de su actividad docente, garantizando la confianza de las partes interesadas y de la sociedad de un país en su sistema educativo.

De nada sirve el establecimiento de un *sistema de gestión de compliance* si no se consigue la concienciación de la dirección y del personal del centro de formación en una cultuta de la integridad y del cumplimiento de todos los requisitos y acuerdos establecidos con la partes interesdasa y con el desarrollo de la actividad docente.

El esfuerzo requerido por un centro universitario para la implantación de un *sistema de gestión de compliance* en base a los requisitos de la norma ISO 19600 dependerá del tamaño, contexto y complejidad de las actividades docentes y de apoyo desarrolladas por el centro.

Referencias

ISO 19600.Sistemas de gestión de compliance, Directices. (2015). AENOR. Madrid (España).

ISO 9001.Sistemas de gestión de la calidad, Requisitos. (2015). AENOR. Madrid (España).

ISO 14001.Sistemas de gestión ambiental, Requisitos con orientación para su uso. (2015). AENOR. Madrid (España). .

EN 45001.Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, Requisitos con orientación para su uso. (2018). AENOR. Madrid (España). .

ISO 50001.Sistemas de gestión de la energía, Requisitos con orientación para su uso. (2015). AENOR. Madrid (España).

Cubero JJ. (2009). La Responsabilidad Social de las Empresas en la Ingeniería. FORUM CALIDAD Nº 199. España. 56-60 pp.

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

La docencia desde la perspectiva de la formación basada en competencias

Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del procesado y caracterización de nanocomposites poliméricos basados en nanofases de carbono

J. Sanes [a], AE. Jiménez [a] y G. Ojados [b]
pepe.sanes@upct.es; anaeva.jimenez@upct.es; gonzalo.ojados@sabic.com

[a] Grupo de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Departamento de Ingeniería de Materiales y Fabricación, Universidad Politécnica de Cartagena, Campus de la Muralla del Mar, 30202 Cartagena, Spain.
[b] Sabic Innovative Plastics España, S.C.P.A, Carretera Cartagena - Alhama de Murcia (km 13), 30390 Cartagena, Spain.

Abstract

In the present work, we describe the teaching methodology that is followed in the Area of Materials Science and Engineering (Technical University of Cartagena) with the students of the Degree in Engineering in Industrial Technologies that perform their Final Year Degree Project (FDP) on polymeric nanocomposites based on carbon nanophases. It is intended to introduce students, who have already studied the subjects "Materials Science and Engineering" and "Materials Technology" in this new line of research, so that they acquire both theoretical and practical knowledge about the industrially scalable polymer processing techniques, such as micro-extrusion and injection molding, as well as basic knowledge about the characterization techniques used in the research and development of these nanocomposites. In summary, this initiative aims to promote practical learning of a highly emerging topic, which allows students to get familiarized with the world of industry and research to which they will soon incorporate.

Keywords: *Polymer, microextrusion, carbon nanophases, final year degree project.*

Resumen

En el presente trabajo se describe la metodología docente que se sigue en el Área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica (Universidad Politécnica de Cartagena) con los alumnos del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales que realizan su Trabajo Final de Grado (TFG) en nanocomposites poliméricos basados en nanofases de carbono. Se pretende introducir a los alumnos, que ya han cursado las asignaturas "Ciencia e Ingeniería de Materiales" y "Tecnología de Materiales" en esta novedosa línea de investigación, de forma que adquieran tanto conocimientos teóricos como prácticos sobre las técnicas de procesado de polímeros que son

ISBN: 978-84-09-02970-9

escalables industrialmente, tales como la microextrusión y el moldeo por inyección, como conocimientos básicos sobre las técnicas de caracterización que se utilizan en la investigación y desarrollo de estos nanocomposites. En resumen, esta iniciativa pretende fomentar el aprendizaje práctico de un tema de gran actualidad, que permita mostrar a los alumnos el mundo de la industria y la investigación, al que en breve se incorporarán.

Palabras clave: *Polímero, microextrusión, nanofases de carbono, trabajo final de grado.*

1. Introducción

El grupo de investigación de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica del Departamento de Ingeniería Mecánica, Materiales y Fabricación de la Universidad Politécnica de Cartagena trabaja en el desarrollo de nuevos materiales compuestos de matriz polimérica, con adición de refuerzos de tamaño nanométrico (Bermudez, Carrion, Espejo, Martinez-Lopez, & Sanes, 2011; Sanes, Saurin, Carrion, Ojados, & Bermudez, 2016).

El Departamento imparte la docencia de las asignaturas "Ciencia e Ingeniería de Materiales" y "Tecnología de Materiales" de segundo y cuarto curso del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, de manera que son numerosos los alumnos que solicitan realizar su TFG en el área y en concreto en el desarrollo de nuevos nanocomposites poliméricos basados en nanofases de carbono.

Ante esta situación, se ha diseñado una metodología de aprendizaje activa combinando estratégicamente diferentes métodos de enseñanza, desde la clásica lección magistral hasta el trabajo de laboratorio, para que estos alumnos, durante un periodo de cinco semanas, con el uso de los recursos disponibles en los laboratorios del Departamento y estrategias complementarias, adquieran formación tanto teórica como práctica, sobre las técnicas de procesado de polímeros que son escalables industrialmente (tales como la micro-extrusión y el moldeo por inyección). Además, se pretende que también adquieran conocimientos básicos sobre los métodos de optimización de procesos y las técnicas de análisis y caracterización que se utilizan en esta línea de investigación, que les permita culminar dicho TFG. El método propuesto les proporciona una perspectiva global del conocimiento teórico y su aplicación práctica, usando una metodología activa.

El uso de estas metodologías activas de enseñanza se ha extendido en los últimos años en la enseñanza de las ingenierías (Ditcher, 2001; Fang, Lawanto, Goodridge, Villanueva, & Becker, 2016; Schaefer, Panchal, Thames, Haroon, & Mistree, 2012). El objetivo final de esta metodología es desarrollar las habilidades técnicas y personales de los alumnos a través del aprendizaje colaborativo y basado en resolución de problemas.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2. Estructura del programa

El programa de formación está estructurado en diez seminarios con una duración total de 40 horas: cinco seminarios teóricos (de 2 horas cada uno) y cinco seminarios prácticos (de 6 horas cada uno) donde se considera la relación entre distintos conceptos que el alumno ya recibió por separado en distintas asignaturas de su plan de estudios, como son las dos asignaturas antes mencionadas impartidas por el Área de Materiales, y las de Química, Fabricación, Resistencia de Materiales, Estadística y Optimización.

2.1. Seminarios teóricos

Con estos seminarios teóricos se pretende que el alumno comprenda la importancia de esta nueva línea de investigación y desarrollo en el campo de la Ciencia e Ingeniería de Polímeros, avalada por la aparición de un gran número de artículos científicos y patentes.

Nanocomposites poliméricos reforzados con nanofases de carbono. Se discuten los tipos de nanorrefuerzos utilizados hasta la fecha en la preparación de estos nanocomposites poliméricos y el interés actual en la dispersión de nanoestructuras de carbono, tales como nanotubos de carbono, óxido de grafeno y grafeno (Huang, Qi, Boey, & Zhang, 2012; Zeng, Wang, & Cheng, 2016), ya que concentraciones muy bajas de estas nanofases en matrices poliméricas muestran una considerable mejora en las propiedades de estos nuevos nanocomposites, mejora que está condicionada con el grado de distribución y dispersión de estas nanofases en la matriz polimérica.

Preparación de nanocomposites poliméricos. Se les presenta los principales métodos utilizados en la preparación de estos nuevos nanocomposites: mezcla de los componentes en disolución (Liang et al., 2009; Zhao, Zhang, Chen, & Lu, 2010), polimerización in-situ (Du & Cheng, 2012; Li, Zhang, Sun, & Wong, 2017), mezcla en fase fundida (Oyarzabal et al., 2017), o bien una combinación de estos. Se discute la influencia del método elegido sobre las propiedades finales del nanocomposite obtenido y cómo es de vital importancia la morfología y la dispersión homogénea del nanorrefuerzo en la matriz polimérica, ya que las propiedades y aplicabilidad del material final, van a depender fuertemente de ellas (Young, Kinloch, Gong, & Novoselov, 2012).

Procesado de nanocomposites mediante extrusión e inyección. Se imparten los fundamentos teóricos del procesado de termoplásticos mediante extrusión ya que en la preparación de estos nanocomposites se utiliza una línea de extrusión que consta de una microextrusora de doble husillo corrotante, una bañera de enfriamiento y una peletizadora de sobremesa. Se discute la influencia de las condiciones del proceso de extrusión sobre la estructura de los nanocomposites (Amani, Sharif, Kashkooli, Rahnama, & Fazli, 2015; Delva et al., 2016; Tu, Nagata, & Yan, 2017), con el fin de establecer estrategias que permitan obtener nanocomposites altamente exfoliados. Se discute la posibilidad de configurar los tornillos de extrusión con distintos tipos de elementos (transporte, de retorno, mezcladores, amasadoras, etc.) lo permite variar las propiedades del flujo y algunos parámetros del

ISBN: 978-84-09-02970-9

proceso, tales como la relación de llenado, la velocidad de cizalla y el tiempo de residencia, lo que va a influir en la distribución y dispersión de las nanofases de grafeno en la matriz polimérica. Se define el concepto de energía mecánica específica SME (la energía mecánica por unidad de masa que se transfiere al material durante la extrusión) que se utilizará para describir la influencia que ciertos parámetros de extrusión, como la velocidad de rotación del tornillo, el caudal de alimentación y la temperatura del cilindro, tienen sobre la dispersión de las nanofases en las matrices poliméricas (Domenech, Peuvrel-Disdier, & Vergnes, 2013).

Para terminar este seminario se imparten los conceptos básicos sobre inyección de termoplásticos ya que estos alumnos utilizarán una inyectora para obtener, a partir de pellets de estos nanocomposites, distintas probetas normalizadas para la caracterización de los materiales y determinar sus propiedades.

Diseño de experimentos. El objetivo de este seminario es que los alumnos conozcan esta poderosa técnica estadística que les va a permitir investigar los efectos de las variables de entrada (factores =variables de proceso) sobre una o varias variables de salida (respuestas = propiedades de los nanocomposites). Se discuten los distintos tipos de diseño de experimentos (DOE) (Roy, 2001) que se utilizan, como los diseños factoriales (Muthuraj, Misra, Defersha, & Mohanty, 2016), diseños de superficie de respuesta, diseños de mezcla y diseños de Taguchi (Taguchi, 1990) y como en todos ellos es importante distinguir entre las mediciones de repetición y de réplica**.** Se discute el método estadístico de análisis de varianza (ANOVA), el más común aplicado a los resultados obtenidos en un diseño de experimentos, para determinar los parámetros de proceso que son estadísticamente significativos. Para terminar se propone como tarea complementaria que los alumnos trabajen con referencias bibliográficas que utilizan el método de Taguchi, combinado con ANOVA y que se han aplicado con éxito para la optimización de los parámetros de varios procesos industriales, tales como la producción de recubrimientos metálicos sobre materiales compuestos (Esteves et al., 2015) y en el procesado de materiales plásticos mediante inyección (Mehat & Kamaruddin, 2011; Ozcelik & Erzurumlu, 2006).

Propiedades de los nanocomposites. Con este seminario se pretende que los alumnos conozcan el interés que han despertado en la comunidad científica los nanocomposites poliméricos basados en grafeno ya que mejoran las propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, estabilidad UV, resistencia frente a la abrasión y propiedades biomédicas, entre otras, de las matrices poliméricas (Gurunathan & Kim, 2016; Kuila et al., 2012; Saleem et al., 2016; Wan et al., 2014) y como esta mejora van a depender de diversos factores, como son el método empleado para su preparación, del tipo de nanofase de carbono utilizada, de su relación de aspecto y del porcentaje añadido. Se imparten conceptos básicos sobre las diferentes técnicas empleadas en el análisis morfológico y en la caracterización de las nanofases empleadas y de los nanocomposites obtenidos: Microscopía electrónica de barrido (SEM), microscopía electrónica de transmisión (TEM), difracción de rayos X (XRD), espectroscopía infrarroja (FT-IR), espectroscopía Raman, espectroscopía

ISBN: 978-84-09-02970-9

fotoelectrónica de rayos X (XPS), termogravimetría (TGA) y calorimetría diferencial de barrido (DSC). Para concluir se discuten las técnicas de ensayo que permiten estudiar el comportamiento mecánico (ensayo de tracción, análisis dinámico-mecánico (DMA)), reológico, térmico y tribológico de los nanocomposites obtenidos.

2.2. Metodología

Después de cada seminario se propone a los alumnos que realicen búsquedas bibliográficas sobre los temas tratados en libros y revistas electrónicas de las plataformas Springer y ScienceDirect, en bases de datos especializadas en ingeniería como Engineering Source e ICYT o en bases de datos multidisciplinares como WOS y SCOPUS. Además, se les solicita que realicen una búsqueda de las patentes registradas en la base de datos PATENTSCOPE. Estas búsquedas les permiten comenzar a trabajar en la redacción del capítulo de Introducción correspondiente a la memoria de su TFG.

2.3. Seminarios prácticos

Con estos seminarios prácticos se pretende que el alumno sea capaz de procesar los distintos materiales mediante micro-extrusión e inyección y manejar las distintas técnicas de caracterización de materiales. Durante el desarrollo de estas sesiones se persiguen los siguientes objetivos:

Procesado de polímeros mediante microextrusión. Para que el alumno pueda alcanzar este objetivo, se establece un procedimiento que consta de las siguientes etapas:

Calibración del sistema de alimentación de material.

Para el proceso de micro-extrusión es necesario conseguir un flujo constante de alimentación de material a la extrusora. Dado que los polímeros se van a alimentar desde la tolva en forma de polvo, se procede a la molienda de la granza en las mismas condiciones para asegurar la calidad constante del producto y a continuación se deposita el material molido en la tolva y se mide el caudal de alimentación (g/s) al husillo, para distintas velocidades de giro del *feeder* (rpm) (Figura 1).

Figura 1. Proceso de calibración del caudal proporcionado por el *feeder*.

ISBN: 978-84-09-02970-9

El procedimiento de repite tres veces para tres muestras distintas de cada polímero puro para comprobar si el experimento sigue una recta de regresión lineal. En la Figura 2 se muestra una gráfica típica de los valores del caudal de alimentación (g/s) que se consiguen para distintas revoluciones del *feeder* (rpm).

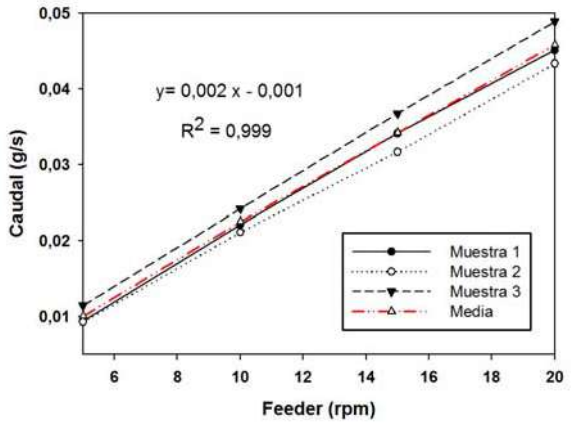


Figura 2. Resultados calibración del sistema de alimentación.

Perfiles de temperaturas y ventanas de procesabilidad

Se comprueba la procesabilidad de los polímeros puros para dos perfiles de temperatura distintos, uno denominado de temperatura inferior y otro de temperatura superior, encontrando las condiciones en que el material se puede procesar sin dificultad. Esto es, comprobando que el material que salga por la boquilla no muestre signos de degradación térmica o bien salga demasiado fluido (dificultad para recogerlo e introducirlo en el interior del baño), ni por el contrario salga crudo o no plastificado.

Una vez validados los perfiles de temperaturas de trabajo y comprobado que en las condiciones intermedias se consigue una buena procesabilidad, Figura 3 (cuadro verde), se propone determinar las ventanas de procesabilidad para cada uno de los perfiles de temperaturas establecidos. Para ello, se determinarán las condiciones extremas (puntos rojos), es decir los puntos límite donde el material comience a no ser procesable, teniendo en cuenta que el material se quemará o saldrá muy fluido para una velocidad del *feeder* baja y una velocidad del *extruder* alta (alta energía mecánica específica; SME). Por el contrario, el material saldrá crudo para una velocidad del *feeder* alta y una velocidad del *extruder* baja (baja SME).

Las condiciones extremas para cada perfil de temperaturas son las que deben identificar los alumnos para simplificar al máximo el diseño de experimentos (DOE), dado que trabajarán con dos valores de Energía Mecánica Específica = SME (inferior y superior) en los que el material se procese adecuadamente.

ISBN: 978-84-09-02970-9

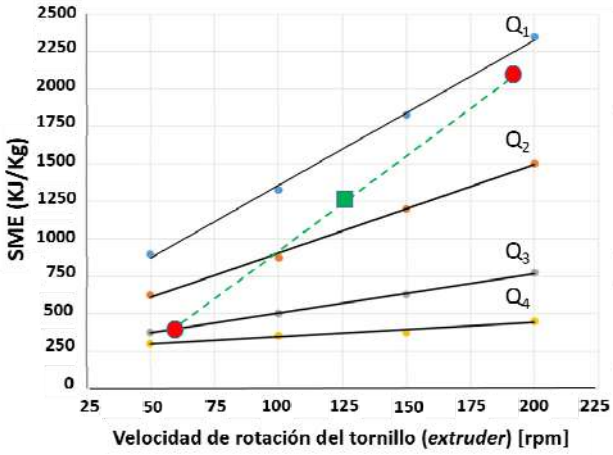


Figura 3. Gáfica tipo para la ventana de procesabilidad (Q=Caudal de alimentación).

Para el cálculo de los valores de la energía mecánica específica (SME) utilizarán la expresión (Villmow, Kretzschmar, & Poetschke, 2010):

$$\text{SME}=\frac{\tau \cdot N}{Q}=\frac{[Torque\ (N\cdot m)][V_{extruder}(rpm)][^{2\pi}/_{60}]/1000}{Caudal\ (\frac{Kg}{hora})}\times 3600\ (KJ/Kg)$$

Los valores máximo y mínimo de la SME serán una vez elegidos, los mismos para todas las extrusiones que se hagan con los distintos nanocomposites de cada polímero, con independencia del perfil de temperaturas.

Diseño de experimentos aplicado. La microextrusora utilizada permite regular diferentes variables clave de extrusión, las cuales afectan directamente a la calidad de la dispersión de las nanofases utilizadas, de forma que para determinar tanto el grado de influencia como la combinación de dichas variables que optimizan la dispersión de las nanofases y por tanto las propiedades de los nanocomposites resultantes, es necesario que los alumnos experimenten con ellas. Para experimentar de forma eficiente con dichas variables y obtener resultados estadísticamente significativos utilizarán la técnica estadística del diseño de experimentos (DOE). Se les propone que consideren un experimento factorial completo (resolución completa sin confusión de efectos) con 3 factores, 2x2x4 niveles por factor respectivamente y una réplica. Los factores y niveles a considerar que afectan a la dispersión de las nanofases en las matrices son:

Perfiles de temperatura.- Extruirán los polímeros puros y sus nanocomposites con dos perfiles de temperatura distintos (inferior y superior).

Energía mecánica específica.- Fijaran dos valores numéricos, uno inferior y otro superior de SME de acuerdo con las gráficas obtenidas con ambos perfiles de temperatura, en sus ventanas de procesabilidad.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Porcentaje de nanofase.- Se considera un 0% de aditivo para las muestras de polímero puro y contenidos del 0,05; 0,1 y 0,2% en peso de la nanofase de carbono (NC), para las muestras de los nanocomposites.

El diseño utilizado genera 32 ejecuciones experimentales; 8 para las muestras puras y 24 para los distintos nanocomposites.

Extrusión de las muestras de los polímeros puros y de los distintos nanocomposites. Una vez establecido el perfil de temperaturas deseado y alcanzado el valor de energía mecánica específica deseada, los alumnos obtendrán las distintas muestras extruidas, tanto del polímero puro como de los distintos nanocomposites y sus réplicas, con la ayuda de la micro-extrusora, siguiendo el orden del listado de ejecuciones aleatorizado del DOE propuesto, que identificarán debidamente.

Análisis térmico de las muestras extruidas.

Los estudiantes determinan los valores de las temperaturas de transición vítrea (Tg) y de las temperaturas de degradación (Td) (pérdida de un 50% de peso), de las muestras extruidas tanto de los polímeros puros como de los distintos nanocomposites, mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC) y termogravimetría (TGA).

Análisis estadístico. Para realizar este análisis introducirán los valores de las variables respuesta en el software y analizarán estadísticamente los resultados. El análisis estadístico consiste básicamente en un análisis de la varianza (ANOVA) observada para el diseño de experimentos propuesto de acuerdo al modelo seleccionado, valorando la significación estadística de los efectos causados por los diferentes factores como sus interacciones mediante contrastes de hipótesis adecuados a un nivel de confianza ≥ 95%. La tabla de análisis de varianza incluye los estadísticos F y los valores P. Estos se utilizan para determinar si los factores están relacionados de forma estadísticamente significativa con la respuesta. Si el valor de P es inferior a 0,05, entonces el efecto del factor se considera significativo.

Procesado de los nanocomposites mediante inyección. Una vez hayan seleccionado los factores del proceso de micro-extrusión que muestran un efecto estadísticamente significativo sobre las propiedades térmicas de las muestras preparadas, esto es, seleccionado el perfil de temperatura y el valor de SME, las muestras en forma de pellets las procesaran mediante moldeo por inyección (Figura 4) para obtener las probetas, tanto de los polímeros puros como de sus nanocomposites que posteriormente utilizarán para determinar sus características mecánicas y tribológicas. El molde instalado en la máquina permite obtener probetas para ensayos tribológicos punzón sobre disco y probetas para ensayos mecánicos (Figura 5).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Figura 4. Máquina de inyección DEU 250 H55 mini VP.

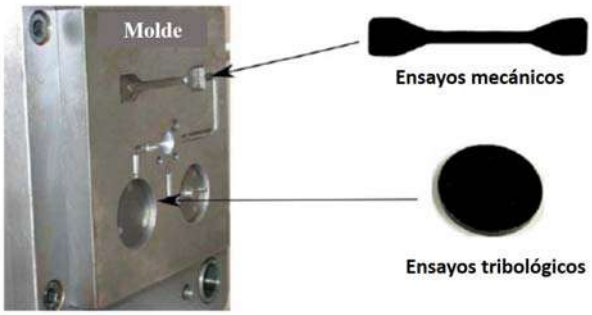


Figura 5. Parte fija del molde utilizado.

Caracterización y determinación de las propiedades de los nanocomposites.

En primer lugar los alumnos realizan el análisis morfológico de los nanocomposites obtenidos, mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y microscopía electrónica de transmisión (TEM). A continuación harán la caracterización de las muestras inyectadas utilizando las técnicas de difracción de rayos X (XRD), espectroscopía infrarroja (FT-IR), espectroscopía Raman, espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS), termogravimetría (TGA) y calorimetría diferencial de barrido (DSC). Para concluir, realizarán los ensayos oportunos para conocer el comportamiento dinámico-mecánico (DMA), reológico, térmico y tribológico de los nanocomposites obtenidos.

3. Redacción del informe y presentación de resultados

Para completar el programa de formación, cada estudiante debe preparar y presentar un informe sobre un proyecto específico. Este informe debe contener una breve introducción sobre el estado del arte, los objetivos que se proponen al inicio del estudio, una descripción de los materiales, equipos y del procedimiento experimental utilizado, un capítulo dedicado

ISBN: 978-84-09-02970-9

a la discusión de los resultados obtenidos, las principales conclusiones alcanzadas y la bibliografía utilizada.

Los proyectos llevados a cabo por los ocho estudiantes que han participado en el programa hasta ahora han sido:

1. Optimización del proceso de micro-extrusión de nanocomposites.
2. Diseño de experimentos para estudiar la influencia de las variables clave del proceso de micro-extrusión en matrices termoplásticas.
3. Influencia de las variables del proceso en las propiedades térmicas de los nanocomposites poliméricos obtenidos por micro-extrusión.
4. Efecto de las variables de micro-extrusión sobre la dispersión y distribución de nanofases de carbono en nanocomposites poliméricos.
5. Propiedades mecánicas y dinámicas-mecánicas de nanocomposites poliméricos basados en grafeno.
6. Propiedades eléctricas de los nuevos nanocomposites poliméricos basados en grafeno.
7. Estudio reológico de nuevos nanocomposites poliméricos obtenidos por microextrusión e inyección.
8. Propiedades tribológicas de nuevos nanocomposites poliméricos obtenidos por microextrusión e inyección.

Como se puede observar, para redactar el TFG, se pidió a los estudiantes que se centraran solo en uno de los aspectos de todo el proceso: en las etapas iniciales de la caracterización o en el establecimiento de las variables del proceso (Proyectos 1-4) o en las etapas finales de los ensayos y análisis de las propiedades de los materiales (Proyectos 5-8). De esta manera, tendrán que colaborar y compartir la información para producir su propio TFG con datos obtenidos por los otros estudiantes.

4. Comentarios de los estudiantes

Para conocer el grado de satisfacción de la metodología de aprendizaje establecida, se realizó una pequeña encuesta a los ocho alumnos que participaron en el programa, que se dividió en dos partes. Los resultados permitieron estimar la utilidad del método y el grado de satisfacción de los estudiantes. La primera parte consistió en una serie de preguntas de múltiples grados (respuestas: 5 la más satisfactoria, 1 la menos), en las cuales el valor promedio obtenido fue 4,82.

La segunda parte de la encuesta fue abierta, en la que los comentarios de los estudiantes mostraron su grado de satisfacción con respecto a la metodología utilizada. Los comentarios de los alumnos en general fueron muy favorables, destacando que el

ISBN: 978-84-09-02970-9

procedimiento fue muy práctico y fácil de seguir. Solo dos alumnos consideraron que aunque el método es práctico y efectivo, es muy intenso.

5. Conclusiones

Creemos que el proceso de aprendizaje propuesto es un método efectivo para que los alumnos adquieran los suficientes conocimientos teóricos y prácticos que les permita culminar su TFG en nanocomposites poliméricos basados en nanofases de carbono. La implicación de los alumnos en su propio proceso de aprendizaje es la clave del éxito de la metodología propuesta.

Los estudiantes que hasta el momento han participado, han demostrado una mayor percepción y compresión de los aspectos relacionados con el proceso de microextrusión que mayor influencia muestran sobre las propiedades finales de los nanocomposites preparados.

La metodología empleada permite introducir a los alumnos en el mundo de la industria y la investigación, adquiriendo un alto nivel de conocimiento en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Es un ejemplo innovador de aprendizaje colaborativo y basado en resolución de problemas que ayudará a los estudiantes a desarrollar sus habilidades técnicas y personales.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO) por la financiación del proyecto de investigación MAT2017-85130-P, correspondiente al Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia.

"Este trabajo es resultado de la actividad desarrollada en el marco del Programa de Ayudas a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, de la Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia (19877/GERM/15)".

Referencias

Amani, M., Sharif, M., Kashkooli, A., Rahnama, N., & Fazli, A. (2015). Effect of mixing conditions on the selective localization of graphite oxide and the properties of polyethylene/high-impact polystyrene/graphite oxide nanocomposite blends. *RSC Advances, 5*(95), 77723-77733. doi: 10.1039/c5ra16975e

Bermudez, M. D., Carrion, F. J., Espejo, C., Martinez-Lopez, E., & Sanes, J. (2011). Abrasive wear under multiscratching of polystyrene plus single-walled carbon nanotube nanocomposites. Effect of sliding direction and modification by ionic liquid. *Applied Surface Science, 257*(21), 9073-9081. doi: 10.1016/j.apsusc.2011.05.103

Delva, L., Ragaert, K., Allaer, K., Gaspar-Cunha, A., Degrieck, J., & Cardon, L. (2016). Influence of twin-screw configuration on the mechanical and morphological properties of polypropylene - clay composites. *International Journal of Materials & Product Technology, 52*(1-2), 176-192. doi: 10.1504/ijmpt.2016.073631

ISBN: 978-84-09-02970-9

Ditcher, A. K. (2001). Effective teaching and learning in higher education, with particular reference to the undergraduate education of professional engineers. *International Journal of Engineering Education, 17*(1), 24-29.

Domenech, T., Peuvrel-Disdier, E., & Vergnes, B. (2013). The importance of specific mechanical energy during twin screw extrusion of organoclay based polypropylene nanocomposites. *Composites Science and Technology, 75*, 7-14. doi: 10.1016/j.compscitech.2012.11.016

Du, J., & Cheng, H.-M. (2012). The Fabrication, Properties, and Uses of Graphene/Polymer Composites. *Macromolecular Chemistry and Physics, 213*(10-11), 1060-1077. doi: 10.1002/macp.201200029

Esteves, J. V., Goushegir, S. M., dos Santos, J. F., Canto, L. B., Hage, E., Jr., & Amancio-Filho, S. T. (2015). Friction spot joining of aluminum AA6181-T4 and carbon fiber-reinforced poly(phenylene sulfide): Effects of process parameters on the microstructure and mechanical strength. *Materials & Design, 66*, 437-445. doi: 10.1016/j.matdes.2014.06.070

Fang, N., Lawanto, O., Goodridge, W., Villanueva, I., & Becker, K. (2016). A Research Experiences for Undergraduates (REU) Site Program on Engineering Education Research. *International Journal of Engineering Education, 32*(5), 1836-1846.

Gurunathan, S., & Kim, J. H. (2016). Synthesis, toxicity, biocompatibility, and biomedical applications of graphene and graphene-related materials. *International Journal of Nanomedicine, 11*, 1927-1945. doi: 10.2147/ijn.s105264

Huang, X., Qi, X., Boey, F., & Zhang, H. (2012). Graphene-based composites. *Chemical Society Reviews, 41*(2), 666-686. doi: 10.1039/c1cs15078b

Kuila, T., Bose, S., Mishra, A. K., Khanra, P., Kim, N. H., & Lee, J. H. (2012). Chemical functionalization of graphene and its applications. *Progress in Materials Science, 57*(7), 1061-1105. doi: 10.1016/j.pmatsci.2012.03.002

Li, J. H., Zhang, G. P., Sun, R., & Wong, C. P. (2017). A covalently cross-linked reduced functionalized graphene oxide/polyurethane composite based on Diels-Alder chemistry and its potential application in healable flexible electronics. *Journal of Materials Chemistry C, 5*(1), 220-228. doi: 10.1039/c6tc04715g

Liang, J., Huang, Y., Zhang, L., Wang, Y., Ma, Y., Guo, T., & Chen, Y. (2009). Molecular-Level Dispersion of Graphene into Poly(vinyl alcohol) and Effective Reinforcement of their Nanocomposites. *Advanced Functional Materials, 19*(14), 2297-2302. doi: 10.1002/adfm.200801776

Mehat, N. M., & Kamaruddin, S. (2011). Optimization of mechanical properties of recycled plastic products via optimal processing parameters using the Taguchi method. *Journal of Materials Processing Technology, 211*(12), 1989-1994. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2011.06.014

Muthuraj, R., Misra, M., Defersha, F., & Mohanty, A. K. (2016). Influence of processing parameters on the impact strength of biocomposites: A statistical approach. *Composites Part a-Applied Science and Manufacturing, 83*, 120-129. doi: 10.1016/j.compositesa.2015.09.003

Oyarzabal, A., Cristiano-Tassi, A., Laredo, E., Newman, D., Bello, A., Etxeberria, A., Muller, A. J. (2017). Dielectric, mechanical and transport properties of bisphenol A polycarbonate/graphene nanocomposites prepared by melt blending. *Journal of Applied Polymer Science, 134*(13). doi: 10.1002/app.44654

ISBN: 978-84-09-02970-9

Ozcelik, B., & Erzurumlu, T. (2006). Comparison of the warpage optimization in the plastic injection molding using ANOVA, neural network model and genetic algorithm. *Journal of Materials Processing Technology, 171*(3), 437-445. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2005.04.120

Roy, R. K. (2001). *Design of Experiments Using the Taguchi Approach: 16 Steps to Product and Process Improvement*. John Wiley & Sons ed.

Saleem, H., Edathil, A., Ncube, T., Pokhrel, J., Khoori, S., Abraham, A., & Mittal, V. (2016). Mechanical and Thermal Properties of Thermoset-Graphene Nanocomposites. *Macromolecular Materials and Engineering, 301*(3), 231-259. doi: 10.1002/mame.201500335

Sanes, J., Saurin, N., Carrion, F. J., Ojados, G., & Bermudez, M. D. (2016). Synergy between single-walled carbon nanotubes and ionic liquid in epoxy resin nanocomposites. *Composites Part B-Engineering, 105*, 149-159. doi: 10.1016/j.compositesb.2016.08.044

Schaefer, D., Panchal, J. H., Thames, J. L., Haroon, S., & Mistree, F. (2012). Educating Engineers for the Near Tomorrow. *International Journal of Engineering Education, 28*(2), 381-396.

Taguchi, G. (1990). Introduction to Quality Engineering. *Asian Productivity Organization, Tokyo*.

Tu, C., Nagata, K., & Yan, S. (2017). Influence of melt-mixing processing sequence on electrical conductivity of polyethylene/polypropylene blends filled with graphene. *Polymer Bulletin, 74*(4), 1237-1252. doi: 10.1007/s00289-016-1774-4

Villmow, T., Kretzschmar, B., & Poetschke, P. (2010). Influence of screw configuration, residence time, and specific mechanical energy in twin-screw extrusion of polycaprolactone/multi-walled carbon nanotube composites. *Composites Science and Technology, 70*(14), 2045-2055. doi: 10.1016/j.compscitech.2010.07.021

Wan, Y. J., Tang, L. C., Gong, L. X., Yan, D., Li, Y. B., Wu, L. B., Lai, G. Q. (2014). Grafting of epoxy chains onto graphene oxide for epoxy composites with improved mechanical and thermal properties. *Carbon, 69*, 467-480. doi: 10.1016/j.carbon.2013.12.050

Young, R. J., Kinloch, I. A., Gong, L., & Novoselov, K. S. (2012). The mechanics of graphene nanocomposites: A review. *Composites Science and Technology, 72*(12), 1459-1476. doi: 10.1016/j.compscitech.2012.05.005

Zeng, Y., Wang, H., & Cheng, H. M. (2016). Research progress and potential applications for graphene/polymer composites. *New Carbon Materials, 31*(6), 555-567.

Zhao, X., Zhang, Q., Chen, D., & Lu, P. (2010). Enhanced Mechanical Properties of Graphene-Based Poly(vinyl alcohol) Composites. *Macromolecules, 43*(5), 2357-2363. doi: 10.1021/ma902862u

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

Uso de la metodología "*Elevator Pitch*" para mejorar competencias transversales

Cristina Gaona [a]
crigaoga@esp.upv.es

[a]. Dpto. de Economía y Ciencias Sociales. Universitat Politècnica de València (UPV), Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España.

Abstract

Future professionals in Engineering of Telecommunication Technologies must perform satisfactorily in specific and transversal competences (called soft skills) and these are most demanded in the business. This pilot project proposes the Elevator Pitch methodology for the improvement of specific and six transversal competences in 4th year of double degree in Business Administration and Management and the degree in Telecommunications Technology Engineering (UPV). The aim is to design an experimental session and analyze the competences improvements, the proactivity, the motivation and the evaluation of an experiential learning methodology developed in a session of two hours. The session has three phases: design, communication and feedback between peers. The reception, satisfaction and generalized recommendation of the students indicate that it can be extended to other groups and grades.

Keywords: *experiential learning activity, soft skills, transversal competences, active methodologies*

Resumen

Los futuros profesionales de Ingeniería de las Tecnologías y Servicios de Telecomunicación deben desenvolverse satisfactoriamente tanto en competencias específicas como transversales (denominadas soft skills), siendo estas las más demandadas por el sector empresarial. Este proyecto piloto propone la metodología Elevator Pitch para la mejora de las competencias específicas y seis transversales en el contexto de estudiantes de 4ºcurso de doble grado ADE +Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). El objetivo es diseñar una sesión práctica y analizar las mejoras competenciales, la proactividad, la motivación y la valoración de una metodología de aprendizaje experiencial desarrollada en una sesión de dos horas de duración. La sesión tiene tres fases: preparación, exposición y retroalimentación entre pares. La acogida, satisfacción y generalizada recomendación de los estudiantes indican que puede extenderse a otros grupos y grados.

Palabras clave: *elevator pitch, aprendizaje experiencial, competencias transversales.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

La complejidad laboral actual requiere no solo una serie de conocimientos técnicos y actitudes personales, sino también unas competencias y habilidades transversales que le permitan al candidato con perfil técnico superar pruebas de gestión y dirección (Rodríguez & Montequín, 2018).

La necesaria sintonía entre los planes docentes de la universidad y las necesidades de contratación de la empresa suelen presentar distancia entre los objetivos de unos y los intereses de otros (Bruneel, D'Este, & Salter, 2010). La tasa de empleabilidad de los egresados es uno de los indicadores por los que se evalúa la calidad de la educación superior y uno de los criterios de selección de titulaciones por parte de los estudiantes (Suárez Lantarón, 2014).

El Plan Bolonia (1999) ha incrementado las horas de practicas, pero las necesidades empresariales de perfiles con *soft skills* y las expectativas respecto a ellas creadas en el aula por los estudiantes no dejan de crecer (Bruneel et al., 2010). Por estos motivos, el enfrentarse a problemas reales relacionados directamente con los contenidos favorecen el aprendizaje (Marcos, Sánchez, Verdugo, & Nogueiras, 2018) y potencian las competencias transversales que mejoran la inserción en el mercado laboral. *Las competencias transversales son las habilidades relacionadas con el desarrollo personal, que no dependen de un ámbito temático o disciplinario específico, sino que aparecen en todos los dominios de la actuación profesional y académica* (González & Wagenaar, 2003).

1.1 Contextualización de la experiencia

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha obligado a las universidades a rediseñar los planes docentes, incorporando un aprendizaje basado en competencias. En la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) se trabajan y evalúan las competencias curriculares propias de cada disciplina y las competencias trasversales desde 2015. El Proyecto de competencias transversales se encuentra priorizado en el actual Plan estratégico UPV-2020 basado en los listados de las agencias: ABET, EUR-ACE, ANECA (Universidad Politécnica Valencia, 2016b). El plan de estudios del doble grado en Administración y Dirección de Empresas + Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación (UPV) recoge estas trece competencias trasversales. Y en la asignatura Dirección Comercial se evalúan específicamente las competencias transversales: aplicación y pensamiento práctico (CT-02) y trabajo en equipo y liderazgo (CT-06). Aunque se desarrollan actividades para potenciar todas las competencias.

Las salidas profesionales del doble grado permiten a los egresados ejercer en cualquiera de los dos ámbitos, y dicha combinación les permite aplicar y diferenciarse positivamente en puestos directivos, en cuyos perfiles son imprescindibles las "*soft skills*" (Robles, 2012). Por lo que el egresado deberá desenvolverse satisfactoriamente en competencias transversales como comunicación, gestión de tiempos, liderazgo de equipos, etc.

ISBN: 978-84-09-02970-9

1.2 Justificación y motivación

Por una parte, la carga docente de este doble grado provoca que en las distintas asignaturas se prioricen las competencias específicas frente a las competencias transversales, aunque se realizan numerosas actividades y prácticas orientadas a la aplicación de los contenidos y se garantiza un aprendizaje significativo de los contenidos del Plan de Estudios. Y por otra, los estudiantes que cursan este doble grado entran en la UPV con una nota de corte alta (10,31) y en cuarto curso el grupo es reducido (22) cursando esta asignatura obligatoria.

Estas circunstancias suponen una ventaja para gestionar metodologías de aprendizaje experiencial en el aula con grupos de cinco estudiantes, porque facilitan la participación de todos los estudiantes, la motivación y dinamización de la actividad en el aula. Además, en los últimos años se han desarrollado con éxito diferentes proyectos de innovación y mejora educativa (PIMEs UPV) en este doble grado. Por lo que, los estudiantes son receptivos a nuevas innovaciones y trasladan nuevas mejoras, como por ejemplo potenciar sus "*soft skills*" o competencias transversales (Marín García, Atarés-Huerta, & Aznar-Mas, 2017).

1.3 Objetivo

Esta experiencia piloto tenía como objetivo diseñar, desarrollar e integrar la metodología empresarial del "*Elevator Pitch*" (Crosby, 2001)- presentación breve y efectiva en el que se explica la idea, la empresa y su valor- con un doble objetivo docente. Por una parte mejorar las habilidades y competencias específicas adquiridas (Perdomo Rodríguez, 2016) y por otro, conseguir un aprendizaje colaborativo, participativo y motivador (Romero, Artal, Artacho, & Aranda, 2017) de las competencias transversales (CT).

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Analizar una innovación educativa con impacto en varias competencias transversales.
- Producir material educativo para soportar esta metodología en el aula.
- Integrar empresas de interés por su perfil de telecomunicaciones y empresarial.
- Diseñar dinámicas eficaces para el desarrollo de las distintas competencias.
- Definir las competencias transversales vinculadas a cada fase de la práctica:

  En la preparación, la necesidad de concreción y brevedad de ideas permite utilizar:

  1. CT-01: La comprensión e integración de la información
  2. CT-02: Aplicación y pensamiento práctico
  3. CT-06: Trabajo en equipo y liderazgo

  La necesidad de una exposición clara, concisa y convincente en 5 minutos potencia:

  4. CT-08: La comunicación efectiva
  5. CT-12: La planificación y gestión de tiempos

  La observación de la exposición oral permite un aprendizaje entre iguales y fomenta:

  6. CT-09: La aplicación del pensamiento crítico.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La retroalimentación de mejoras (de contenidos y competencias) provoca una participación activa entre iguales. Además del uso de las competencias anteriores, se normalizan las competencias específicas (CT-13).

- Mejorar aprendizaje significativo de las competencias transversales identificadas.
- Dinamizar y motivar a los estudiantes en el aprendizaje activo de sus competencias transversales.

2. Trabajos Relacionados

Los docentes de la asignatura de Dirección Comercial (UPV) han impulsado varias innovaciones docentes, entre las más destacadas:

- 2016/2017 PIME UPV: La evaluación y verificación de las rúbricas de las competencias transversales, a través de la elaboración de un test de concepto en grupos de dos a cuatro personas en distintas asignaturas y facultades. En el cual se evaluaron las rúbricas de las competencias transversales: (CT-02) Aplicación y pensamiento práctico, (CT-04) Innovación, creatividad y emprendimiento, (CT-06) Trabajo en equipo y liderazgo. Sus resultados concluyeron en la oportunidad de extender el uso de las rúbricas de UPV en diferentes asignaturas y niveles siguiendo la metodología empleada.

- 2017/2018 PIME UPV: El diagnóstico y la mejora de la competencia transversal (CT-06) Trabajo en equipo y liderazgo, a través de la realización de un Plan de marketing como trabajo de aprendizaje colaborativo en equipo, en la asignatura de Dirección Comercial (Baviera, Baviera Puig, & Buitrago Vera, 2018). La evaluación 180º por los propios estudiantes ha trasladado resultados positivos en la mejora de la competencia Trabajo en equipo y liderazgo (CT-06) gracias a la actividad grupal desarrollada.

Además, se trabajan y resuelven una serie de actividades cortas en el aula para asentar contenidos y potenciar competencias transversales.

3. Metodología

Esta experiencia piloto se lleva a cabo en una sesión de prácticas de la asignatura Dirección Comercial durante dos horas, en la mitad del segundo semestre y cuando están acostumbrados a trabajar en equipo, pero siempre dentro de un mismo equipo. En esta ocasión se crean nuevos equipos (4) (gracias a la asignación aleatoria de números distintos dentro de cada equipo) con el objetivo de sacarlos de su "zona de confort" grupal. Aleatoriamente se asigna dentro del nuevo equipo un líder y una empresa: WALLAPOP, AirB&B, SPOTIFY, UBER.

Al inicio de la actividad se dan instrucciones claras de cada una de las fases, que permiten fijar las competencias transversales para trabajar eficientemente:

- En la preparación de la exposición oral (quince minutos) se trabajan las competencias de comprensión (CT01), aplicación práctica (CT02), trabajo en equipo y liderazgo (CT06). El líder del equipo debe coordinar tareas, motivar a sus compañeros y gestionar los

ISBN: 978-84-09-02970-9

tiempos para que sea eficaz e inmediato el análisis de las instrucciones, la toma de decisiones, la preparación de argumentos y del guion expositivo.

- En la exposición oral (cinco minutos) se trabajan las competencias de comunicación (CT08), planificación y gestión del tiempo (CT12). La participación debe ser equilibrada por parte de todos los miembros del equipo, sin apoyos visuales digitales para concentrar la atención de los estudiantes en la preparación de una exposición, que capte la atención y responda a las tres preguntas clave sobre la empresa asignada: ¿Qué es? (modelo de negocio), ¿Para quién existe? (público al que se dirige) ¿Qué soluciona? (necesidad que cubre en el mercado). La exposición oral debe ser clara, concisa y ajustada a los contenidos teóricos y al tiempo máximo establecido. Combinada con una comunicación no verbal que traslade confianza y seguridad.

- En la observación de la exposición oral se trabaja el pensamiento crítico (CT09) por parte del resto de los equipos, que tienen que analizar los contenidos y realizar una batería de preguntas (cinco minutos) con el rol de directivos al equipo que expone y este debe responderlas con claridad e inmediatez y con una portavocía compartida y aleatoria.

- En la última fase, se trabajan las competencias de comprensión (CT01) y comunicación (CT-08) a través de la retroalimentación de mejoras a la exposición oral y la comunicación no verbal, por parte del resto de la clase y de la docente al equipo que ha expuesto.

4. Resultados

El objetivo de esta experiencia piloto era formativa, no evaluadora. Pero para medir el impacto del proyecto se realizó una investigación exploratoria a través de un cuestionario *on line*, dónde los estudiantes participantes indicaron:

- Número de competencias transversales mejoradas: la percepción de mejora sobre las competencias abordadas ha quedado de manifiesto en todas las competencias trabajadas (tabla 1). Destacando las de trabajo en equipo y liderazgo (CT-06), comunicación efectiva (CT08), y planificación y gestión del tiempo (CT-12).

Tabla 1. Resultados sobre la percepción de mejora de sus competencias transversales

N.º	Competencia transversal mejorada	%
CT01	**Comprensión e integración**	29,4%
CT02	**Aplicación y pensamiento práctico**	29,4%
CT06	**Trabajo en equipo y liderazgo**	76,5%
CT08	**Comunicación efectiva**	70,6%
CT09	**Pensamiento crítico**	35,3%
CT12	**Planificación y gestión del tiempo**	76,5%

Fuente: Elaboración propia

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Grado de satisfacción con el uso de la metodología utilizada: la valoración en una escala de liker (1: muy insatisfecho-5: muy satisfecho) sobre la práctica represento un 47% muy satisfecho y un 32% satisfecho.
- Grado de recomendación para extender esta práctica a otros grupos, dentro escala de liker (1: muy improbable-5: muy probable), los resultados indican que solo una persona no lo recomendaría.
- Grado de eficacia multicompetencia transversal con esta práctica (evaluado por la docente): se observa una mejora generalizada en todas las competencias, especialmente en la comunicación efectiva (CT-08), el pensamiento crítico (CT-09) y planificación del tiempo (CT-12). Por el contrario, el liderazgo (CT-06) en la mitad de los equipos no fue ejercida por el líder asignado, debido a su nerviosismo, que fue resuelto por el liderazgo compartido del equipo, gracias a la experiencia previa de trabajo en equipo de los estudiantes. La rica retroalimentación entre pares provocó mejoras significativas entre la exposición del primer equipo y el último.

5. Conclusiones

El desarrollo de esta metodología *Elevator Pitch* (Romero et al., 2017) ha permitido la mejora de las competencias específicas y seis transversales en una sesión de dos horas a estudiantes del doble grado de ADE + Telecomunicaciones (UPV). La optima selección de empresas, materiales y dinámicas diseñadas ha quedado probada con los resultados obtenidos.

La participación activa y motivación generalizada se ha puesto de manifiesto en la rica y espontanea retroalimentación entre pares. Así como la empatía y comprensión observada en la calidad y objetividad de los comentarios y críticas constructivas verbalizados.

Las valoraciones de los participantes, recogidas en el cuestionario posterior, trasladan una acogida positiva y una satisfacción generalizada de esta metodología de aprendizaje activo, así como la mayoritaria recomendación permite pensar en implantarla en otros grupos.

En posteriores actividades, la docente observa en el aula una mayor capacidad de proactividad y motivación por metodologías activas que sigan mejorando sus *soft skill*. Además, se observa una mejora sustancial en la competencia de pensamiento crítico (CT-09) y en la capacidad de comunicación (CT-08) manifestados en su capacidad de síntesis y argumentación ágil, así como en una exposición más clara y concisa.

El uso de la herramienta "*elevator pitch*" esta normalizado en desarrollar capacidades emprendedoras, en el desarrollo de marca o la creación de valor. En este proyecto se ha cotejado los beneficios como metodología para la mejora de seis competencias transversales (UPV).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Referencias

Baviera, T., Baviera Puig, A., & Buitrago Vera, J. M. (2018). Cómo evaluar la competencia transversal "trabajo en equipo" desde un enfoque 180º en estudiantes universitarios. In *Libro de Actas IN-RED 2018: IV Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia: Universitat Politècnica València. https://doi.org/10.4995/INRED2018.2018.8733

Bruneel, J., D'Este, P., & Salter, A. (2010). Investigating the factors that diminish the barriers to university–industry collaboration. *Research Policy*, *39*(7), 858–868. https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.03.006

Crosby, P. (2001). *Developer of the Zero-Defects Concepte*. New York,: The New York Times.

González, J., & Wagenaar, R. (2003). Tuning educational structures in Europe. Retrieved from http://www.ehea.info/media.ehea.info/file/Tuning_phase_II_2004/08/8/20040521_Tuning_Invitation_579088.pdf

Marcos, J., Sánchez, J., Verdugo, R., & Nogueiras, A. (2018). Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario. Retrieved 20 April 2019 from http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/48101/1/CUIEETMarcos.pdf

Marín García, J. A., Atarés-Huerta, L., & Aznar-Mas, L. E. (2017). ¿Cuántas competencias transversales podemos diferenciar en un auto-diagnóstico? In *In In-Red 2017. III Congreso Nacional de innovación educativa y de docencia en red. (pp. 769-776)*. Editorial Universitat Politècnica de València. https://doi.org/10.4995/inred2017.2017.6781

Perdomo Rodríguez, W. (2016). Estudio de evidencias de aprendizaje significativo en un aula bajo el modelo Flipped Classroom. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (55). https://doi.org/10.21556/edutec.2016.55.618

Robles, M. M. (2012). Executive Perceptions of the Top 10 Soft Skills Needed in Today's Workplace. *Business Communication Quarterly*, *75*(4), 453–465. https://doi.org/10.1177/1080569912460400

Rodríguez, L. A., & Montequín, V. R. (2018). Competencia transversal de trabajo en equipo: Evaluación en las enseñanzas técnicas. Retrieved 20 April 2019 from http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/48120/1/CUIEETArriba.pdf

Romero, E., Artal, J., Artacho, J., & Aranda, J. G. (2017). Aprendizaje invertido con Elevator Pitch y Pecha Kucha. In *Aprendizaje invertido con Elevator Pitch y Pecha Kucha*. V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2017). https://doi.org/DOI: 10.26754/CINAIC.2017.000001_139

Suárez Lantarón, B. (2014). La universidad española ante la empleabilidad de sus graduados: estrategias para su mejora. *REOP-Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, *25*, 90–110. Retrieved 20 April 2019 from http://revistas.uned.es/index.php/reop/article/view/13522

Universidad Politécnica Valencia. (2016a). Calificación de las competencias transversales. Retrieved 20 April 2019 from http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/info/955347normalc.html

Universidad Politécnica Valencia. (2016b). Competencias transversales UPV. Retrieved 20 April 2019, from http://www.upv.es/titulaciones/GDADETEL/menu_1014983c.html

ISBN: 978-84-09-02970-9

Anexo 1: Cuestionario on line de valoración sobre la experiencia piloto desarrollada

ítem	Pregunta	Modo valoración
1	En general, ¿está satisfecho o insatisfecho con el uso de esta práctica realizada?	(1-5) 1.- Muy satisfecho 2.- Satisfecho 3.- Ni satisfecho ni insatisfecho 4.- Insatisfecho 5.- Muy insatisfecho
2	¿Cuánto de probable es que recomiende la realización de esta práctica para otros grupos de estudiantes?	(1-5) 1.- Muy probable 2.- Algo probable 3.- Neutral 4.- Algo improbable 5.- Muy improbable
3	En esta práctica se trabajaron distintas competencias transversales, ¿Cuáles cree que mejoraron tras esta práctica? Señale todas las que considere.	1.-Comprensión: entender la información y utilizarla para resolver la práctica. 2.-Aplicación práctica de los conocimientos adquiridos para resolver la práctica. 6.-Trabajo en equipo y liderazgo para conseguir los objetivos comunes. 8.- Comunicación efectiva, coherente y argumentada. 9.-Pensamiento crítico: razonar argumentos y tomar decisiones consecuentemente. 12.-Planificación y gestión de tiempos.
4	¿Hay algo que le gustaría compartir para la mejora de esta práctica?	Pregunta abierta
5	¿Usted se encuentra trabajando laboralmente en la actualidad durante este semestre?	Si No Esporádicamente

ISBN: 978-84-09-02970-9

Replicación de resultados de investigación como recurso docente

F. Salas-Molina[a], D. Pla-Santamaria[b], A. Garcia-Bernabeu[b] y F. Mayor-Vitoria[b]
francisco.salas-molina@uv.es; dplasan@upv.es; angarber@upv.es; fermavi@upv.es

[a] Universitat de València, Av. Tarongers, s/n, 46022 Valencia, España
[b] Universitat Politècnica de València (Campus Alcoy), Ferrándiz y Carbonell, s/n, 03801 Alcoy, España

Abstract

Course descriptions are full of large tutorials with all the basic knowledge about a topic. Much more difficult is finding in them scientific papers that are relevant to that topic. However, an appropriate selection of papers and the replication of scientific results present complementary advantages with respect to tutorials as a teaching resource. Once adapted to the level and contents of the subject, a short paper is a practical method to illustrate key concepts. This work aims to guide teachers in the replication of scientific results as teaching method through gamification. The ultimate goal is increasing the quality of educational life of teachers and students through the improvement of knowledge transmission and learning.

Keywords: *gamification, scientific papers, experimentation, cooperation.*

Resumen

Las guías docentes de las asignaturas en las enseñanzas técnicas están pobladas de voluminosos manuales que recogen el conocimiento básico sobre una materia. Mucho más extraño es encontrar en ellas artículos científicos relevantes para la asignatura. Sin embargo, una adecuada selección de artículos y la replicación de sus resultados presenta ventajas complementarias a los manuales como recurso docente. Una vez adaptado al nivel y los contenidos de la asignatura, un artículo corto es un método práctico para ilustrar conceptos clave. Este trabajo ofrece pautas a los profesores para la replicación de los resultados de la investigación como método docente a través de la gamificación. El objetivo último es aumentar el nivel de vida docente y discente a través de la mejora de la transmisión de conocimiento y del aprendizaje.

Palabras clave: *gamificación, publicaciones científicas, experimentación, cooperación.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

Al margen de las tareas administrativas, los profesores universitarios tienen dos ocupaciones fundamentales: la función docente y la función investigadora. Los profesores no solo tienen que enseñar, sino que también deben investigar. Además de transmitir conocimiento deben generarlo. Sin embargo, la dedicación a la función investigadora queda relegada con frecuencia a un segundo plano por la atención que el día a día con los alumnos requiere. El reconocimiento de los llamados *sexenios de investigación* trata de paliar esta asimetría en la dedicación reduciendo la carga docente de los profesores que demuestran una actividad investigadora suficiente. Ante esta situación, surge una cuestión subyacente: ¿está relacionada la actividad investigadora con el nivel de calidad de la enseñanza universitaria? Estudios recientes indican que la relación entre ambos conceptos es positiva (García-Gallego et al, 2015; Rodríguez y Rubio, 2016). Es decir, altos niveles de calidad de la docencia suelen venir acompañados de una alta actividad investigadora y viceversa.

Existiendo una correlación positiva entre investigación y docencia de calidad, parece conveniente identificar aquellas prácticas o métodos docentes susceptibles de ser utilizados por profesores universitarios con una alta actividad investigadora. Para ello, partimos de una asunción razonable: aquellos profesores que realizan investigación tienen acceso a un mayor volumen de conocimiento avanzado en forma de artículos científicos. La consecuencia lógica es que puedan utilizar dicho conocimiento para mejorar sus métodos docentes. Este trabajo pretende ofrecer pautas para la replicación de los resultados de la investigación a docencia con el objetivo de aumentar la calidad tanto del aprendizaje de los alumnos como de la transmisión de conocimiento por parte de los docentes. La replicación de un artículo científico tiene aquí un sentido más amplio de lo habitual. Respetando el rigor lógico de los métodos descritos, el objetivo docente requiere de un grado de flexibilidad suficiente para variar algunos aspectos técnicos o utilizar nuevos datos. No se trata de verificar que los resultados son reproducibles tal como se describen en la publicación original, sino de reutilizar métodos, datos y ejemplos descritos en ella para ilustrar conceptos clave de una asignatura. Al mismo tiempo, la referencia a los autores del artículo permite al alumno identificar a expertos en un tema determinado situándolos al mismo nivel y mejorando su motivación por profundizar en cuestiones clave.

Con el objetivo de aumentar la motivación de los estudiantes, proponemos la replicación de resultados a través de una estrategia gamificación (utilizamos el anglicismo por la dificultad de su traducción) de cinco fases tal como se describe en Huang & Soman (2013): 1) contexto y audiencia objetivo; 2) objetivos de aprendizaje; 3) diseño de la experiencia; 4) selección de recursos; y 5) aplicación de los elementos de gamificación. Más allá de una evluación empírica de su validez, este trabajo propone un estrategia de gamificación para aquellos profesores interesados en utilizar los artículos de investigación como un nuevo recurso docente. Como resultados adicionales, describimos un ejemplo ilustrativo y proponemos una relación de artículos útiles para aplicación de esta estrategia en el ámbito de la ingeniería de organización con especial atención a los métodos cuantitativos para la toma de decisiones.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2. Gamificación educativa de la investigación científica

La motivación es uno de los principales requisitos para el aprendizaje efectivo. En este sentido, las estrategias de gamificación pretenden aumentar la motivación de los alumnos a través de la incorporación de elementos propios de la dinámica de los juegos. Se trata de un claro ejemplo de lo que Thaler y Sunstein (2009) y Thaler (2015) describen con el término *nudge,* un pequeño impulso que, aplicado al aprendizaje, hace que los estudiantes se involucren en mayor medida sin que suponga un esfuerzo excesivo para ellos. Por otro lado, se asume que la motivación, los conocimientos y las habilidades docentes son características inherentes a los docentes. Sin embargo, aquellos estudios que relacionan la calidad de la enseñanza con la actividad investigadora de los profesores (García-Gallego et al, 2015; Rodríguez y Rubio, 2016) parecen indicar un camino para la innovación educativa desde el lado docente.

Partiendo de esta situación, conviene preguntarse por aquellos recursos que permiten a los profesores investigadores enseñar mejor que los profesores no investigadores. Uno de los recursos con que los primeros trabajan diariamente son los artículos donde se presentan los últimos avances al resto de la comunidad investigadora. Más allá de las contribuciones específicas de una publicación, la gran mayoría de los artículos están basados en conceptos y modelos que también aparecen en los contenidos curriculares de las enseñanzas técnicas. Si el docente es capaz de vincular un concepto teórico con una publicación científica donde se utiliza dicho concepto para resolver un problema relevante, es probable que la calidad de la enseñanza aumente. Y si el docente es capaz de diseñar una experiencia que involucre a los estudiantes en la replicación alguno de los resultados presentados en el artículo, es probable que también aumente la calidad del aprendizaje.

Debido al carácter eminentemente práctico de las enseñanzas técnicas, la experimentación es un recurso de fácil incorporación a las aulas. La existencia de modelos matemáticos que tratan de representar la realidad de multitud de problemas de ingeniería, hace que el carácter aplicado de los conocimientos a adquirir por los alumnos sea una característica importante. Para facilitar la tarea del profesor interesado la replicación de resultados científicos, proponemos una estrategia gamificación de cinco fases tal como se describe en Huang & Soman (2013). A continuación, se introduce cada una de las cinco fases y se ilustra a través de su aplicación a la docencia y el aprendizaje de métodos cuantitativos para la toma de decisiones.

2.1 Análisis del contexto y la audiencia objetivo

Aunque la mayoría de las universidades garantizan el acceso gratuito al contenido original de los artículos por parte de los alumnos, quizá el mayor inconveniente del uso de artículos científicos como recurso docente sea el lenguaje utilizado. En la mayoría de las ocasiones, los artículos más relevantes están escritos en inglés y se utiliza un lenguaje excesivamente técnico que dificulta su lectura. Sin embargo, el idioma no debería verse como un problema

ISBN: 978-84-09-02970-9

sino como la oportunidad de mejorar una habilidad que hoy en día se considera básica para cualquier ingeniero de la misma manera que a cualquier alumno se le presupone cierto nivel de conocimientos informáticos. En este sentido, la creatividad del docente para seleccionar y adaptar el artículo al nivel y los contenidos de la asignatura es un aspecto clave.

Como ejemplo ilustrativo del método propuesto, identifiquemos como audiencia objetivo aquellos estudiantes de nivel universitario que cursan estudios de un Master de Ingeniería de Organización Industrial como el que se imparte en diferentes universidades españolas. Asumamos que los alumnos tienen un nivel medio de inglés a nivel de lectura y un nivel básico de conocimientos del lenguaje de programación Python cuya popularidad ha crecido en los últimos años y que es de acceso abierto. Consideremos además que el contexto de aprendizaje se centra en los métodos cuantitativos que permiten tomar mejores decisiones dentro del área de conocimiento de la investigación operativa.

2.2 Definición de los objetivos de aprendizaje

Una de las técnicas clave de la investigación operativa es la programación matemática que engloba diferentes variantes como la programación lineal, la programación lineal entera, la programación cuadrática, la programación no-lineal, la programación dinámica o la programación estocástica. En este contexto, el profesor debe establecer qué objetivos docentes pretende conseguir desde los más generales (participar en las actividades docentes de tipo práctico o entregar un informe sobre la actividad realizada), a los más específicos (resolver un problema concreto utilizando una técnica que demuestre su comprensión).

En el contexto de la programación matemática, podemos plantear objetivos generales como aprender a describir la estructura general de un problema de optimización, introducir los conceptos de función objetivo, variable de decisión y restricciones, y distinguir las características de los problemas que hacen que pertenezcan a alguno de los tipos de programación matemática mencionados anteriormente. De manera más específica, podemos añadir el objetivo específico de resolver un problema de asignación de un presupuesto a un conjunto de activos de inversión disponibles y utilizando el lenguaje de programación Python.

2.3 Diseño de la experiencia

Este punto es el aspecto clave de la propuesta de este trabajo. El diseño de la experiencia implica determinar cuáles son los elementos principales en los que se puede dividir la actividad docente. En el caso de la replicación de resultados de investigación, los elementos principales son: 1) el concepto a introducir o a explicar; 2) la selección de un artículo científico; y 3) la replicación del artículo. Los dos primeros elementos no requieren de ninguna explicación adicional y representan una elección a realizar por parte del docente. Sin embargo, el tercer elemento merece una explicación más detallada.

En primer lugar, conviene diferenciar entre reproducibilidad y replicabilidad. Aunque no hay un consenso claro respecto a la diferencia entre ambos conceptos, en este trabajo se considera

ISBN: 978-84-09-02970-9

que un artículo científico es reproducible cuando utilizando los mismos datos de partida y los mismos métodos descritos en el artículo puede verificarse que los resultados son los mismos. El concepto de replicabilidad es más amplio y flexible. Diremos que un artículo es replicable cuando los datos o las técnicas usadas pueden reutilizarse con fines docentes o de investigación. En este caso el objetivo no es la verificación de resultados sino la reutilización de conceptos, modelos, ejemplos, datos y técnicas. Además, esta reutilización admite la adaptación de algunos detalles técnicos como las condiciones iniciales del problema, la utilización de datos actualizados o de otros ámbitos, o el uso de diferentes aplicaciones de software para la resolución del problema.

Siguiendo con el ejemplo, el diseño de la experiencia pasaría por identificar el concepto a introducir (la programación matemática), por seleccionar el artículo científico más adecuado y por concretar en qué consiste la replicación del artículo. En nuestro caso, supondremos que la replicación consiste en resolver un problema de selección de inversiones utilizando el lenguaje de programación Python.

2.4 Selección de los recursos

Para la replicación de resultados relacionados con problemas relevantes que han sido publicados en revistas científicas es necesario recurrir a los artículos originales. Esto no significa necesariamente que sean los alumnos los que tengan que comprender todo lo que en el artículo se dice. Debe ser el docente familiarizado con la literatura científica el que seleccione y adapte el contenido del problema tratado en el artículo al concepto que se quiere ilustrar y al contexto donde se quiere utilizar. Esta adaptación supondrá en ocasiones centrarse en un aspecto concreto del artículo y descartar todo lo demás. En cualquier caso, el objetivo de motivar a los alumnos en la resolución de problemas relevantes y de situar al mismo nivel a los estudiantes y a los autores del artículo se habrá conseguido.

Con frecuencia, el artículo seleccionado no será el único recurso necesario para el desarrollo de la actividad. En el ámbito de los métodos cuantitativos, las hojas de cálculo y cualquier otra aplicación que permita resolver problemas matemáticos serán útiles. En nuestro contexto, recomendaremos el uso de los *notebooks* de Python (Pérez y Granger, 2007) para resolver un problema de asignación de inversiones. Un *notebook* es una herramienta computacional interactiva que combina la ejecución de código Python (y de otros lenguajes), la visualización de imágenes, de datos mediante gráficos y de texto enriquecido como fórmulas. Todo ello en un entorno web que facilita la interacción con el usuario a través de su estructura en celdas que permite una ejecución lineal o por partes.

Como ejemplo de selección de un artículo sobre la programación matemática, nos basaremos en la replicación del ejemplo ilustrativo que se incluye en Ballestero y Romero (1996). Disponemos de cuatro activos de la Bolsa de Madrid con sus respectivos retornos esperados y la matriz de varianzas-covarianzas de los retornos. El objetivo es asignar un presupuesto a cada uno de estos cuatro activos de manera que se maximice la diferencia entre el retorno esperado y la volatilidad de la cartera global de inversiones. El problema se plantea como un programa

ISBN: 978-84-09-02970-9

cuadrático que se puede resolver y cuyas soluciones se pueden visualizar mediante el uso de un *notebook* de Python tal como se describe en el Capítulo 11 de Hilpisch (2014). Aunque el ejemplo utiliza datos que ya no están actualizados, la estrategia de replicación sugiere que el problema pueda resolverse con retornos y volatilidades de activos obtenidos a partir de datos más recientes.

Otros conceptos relacionados con los métodos cuantitativos pueden ilustrarse a través de la replicación de artículos científicos relacionados con un tema concreto. En la Tabla 1, se presenta una relación de artículos como sugerencia para su utilización como recurso docente dentro de la estrategia de replicación descrita en este trabajo. Como guía, se ha utilizado la división temática utilizada en Poler et al (2014) donde se ofrece una completa relación de problemas de investigación operativa. Conviene destacar que los artículos correspondientes programación dinámica y procesos de Markov han sido implementados en Python por Sargent y Stachurski (2019).

Tabla 1. Artículos científicos para ilustrar conceptos sobre métodos cuantitativos

Tema	Artículo	Problema
Programación Lineal	Camm et al (1987)	Planificación de la producción
Programación Entera	Salas et al (2018)	Gestión de tesorería
Programación No Lineal	Ballestero y Romero (1996)	Selección de inversiones
Grafos	Giovannucci et al (2010)	Cadena de suministro
Gestión de Inventarios	Grzegorz (2008)	Optimización de inventarios basado en el valor
Teoría de Colas	Romero (1974)	Cosechas en agricultura
Teoría de la Decisión	Saaty (1994)	Proceso analítico jerárquico
Teoría de Juegos	Bistaffa et al (2017)	Vehículos compartidos
Programación Dinámica	Hall (1978)	Optimización del consumo y ahorro individual
Procesos de Markov	Hamilton (2005)	Evolución del desempleo

2.5 Aplicación de los elementos de gamificación

Como se ha comentado anteriormente, la gamificación educativa consiste en incluir elementos propios de un entorno de juegos en el proceso de aprendizaje. Una lectura rápida de la aplicación de los elementos propios de la gamificación en las aulas nos puede llevar a establecer algún tipo de competición entre estudiantes. Sin embargo, creemos que otros dos aspectos propios de la gamificación pueden resultar de mayor utilidad en la replicación de los

ISBN: 978-84-09-02970-9

resultados de la investigación como recurso docente. El primero de ellos tiene un componente más emocional mientras que el segundo es más práctico o racional. El elemento emocional es que en la replicación el juego es ponerse en la piel del investigador en la resolución de un problema que se considera relevante para la comunidad científica persiguiendo el incremento de la motivación del estudiante. El elemento más práctico o racional es la cooperación. En primer lugar porque los mismos artículos son con frecuencia un ejemplo de cooperación entre dos o más autores. En segundo lugar porque la formación de un grupo para la actividad de replicación es muy conveniente. Un ejemplo de la utilidad práctica de la cooperación es la replicación del proceso analítico jerárquico de Saaty (1994). Es muy probable que los juicios emitidos por un grupo en la comparación de la importancia relativa entre dos elementos dentro del proceso analítico jerárquico sean más consistentes que una valoración individual. En nuestro ejemplo de programación matemática, uno de los alumnos del grupo puede estar más preparado para comprender un artículo en inglés, mientras que otro puede ser más hábil en la programación en Python dando pie a una necesaria cooperación.

3. Conclusiones

Los motivos por los que la utilización de artículos científicos como recurso docente puede aumentar la calidad de la enseñanza son variados. En primer lugar, permite a profesores y alumnos conectar teoría y práctica de una manera más rigurosa y actualizada. Tras la conveniente adaptación al nivel y los contenidos de la asignatura, un artículo es un método práctico para ilustrar conceptos clave de la asignatura. Por otro lado, se demuestra la relevancia del tema tratado al quedar patente que los métodos utilizados han servido para tratar de resolver un problema de interés para la ciencia y la ingeniería. Además, si el artículo facilita el acceso a los datos utilizados, la experimentación con información real por parte del alumno aumenta su motivación si la comparamos con la resolución de un problema típico de aula con datos ficticios.

Con el objetivo de incrementar la motivación de estudiantes y profesores, en este trabajo se propone una estrategia de gamificación a través de la incorporación de elementos propios de la dinámica de los juegos. Una vez identificada la audiencia objetivo y definidos los objetivos de aprendizaje, se propone una experiencia educativa basada en la selección de un artículo relevante cuya replicación facilitará la asimilación de conceptos clave en un entorno de cooperación entre estudiantes. Dado que algunos estudios recientes indican que niveles altos de calidad de la docencia están relacionados con una alta actividad investigadora, el método docente descrito en este trabajo conecta uno de los materiales de trabajo más habituales de los investigadores con las actividades prácticas en el aula.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Referencias

Ballestero, E., & Romero, C. (1996). Portfolio selection: A compromise programming solution. Journal of the Operational Research Society, 47(11), 1377-1386.

Bistaffa, F., Farinelli, A., Chalkiadakis, G., & Ramchurn, S. D. (2017). A cooperative game-theoretic approach to the social ridesharing problem. Artificial Intelligence, 246, 86-117.

Camm, J. D., Dearing, P. M., & Tadisina, S. K. (1987). The Calhoun textile mill case: An exercise on the significance of linear programming model formulation. IIE transactions, 19(1), 23-28.

García-Gallego, A., Georgantzís, N., Martín-Montaner, J., & Pérez-Amaral, T. (2015). (How) Do research and administrative duties affect university professors' teaching? Applied Economics, 47(45), 4868-4883.

Giovannucci, A., Cerquides, J., & Rodriguez-Aguilar, J. A. (2010). Composing supply chains through multiunit combinatorial reverse auctions with transformability relationships among goods. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans, 40(4), 767-778.

Grzegorz, M. (2008). Value-based inventory management. Romanian Journal of Economic Forecasting, 9(1), 82-90.

Hall, R. E. (1978). Stochastic implications of the life cycle-permanent income hypothesis: theory and evidence. Journal of political economy, 86(6), 971-987.

Hamilton, J. D. (2005). What's real about the business cycle? (No. w11161). National Bureau of Economic Research.

Hilpisch, Y. (2014). Python for Finance: Analyze big financial data. O'Reilly Media, Inc.

Huang, W. H. Y., & Soman, D. (2013). Gamification of education. Research Report Series: Behavioural Economics in Action, Rotman School of Management, University of Toronto.

Pérez, F., & Granger, B. E. (2007). IPython: a system for interactive scientific computing. Computing in Science & Engineering, 9(3), 21-29.

Poler, R., Mula, J., & Díaz-Madroñero, M. (2016). Operations Research Problems. Springer, Berlin.

Rodríguez, R., & Rubio, G. (2016). Teaching quality and academic research. International Review of Economics Education, 23, 10-27.

Romero, C. (1974). Optimum premium in crop delivery. Journal of Agricultural Economics, 25(3), 277-287.

Saaty, T. L. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. Interfaces, 24(6), 19-43.

Salas-Molina, F., Rodríguez-Aguilar, J. A., & Pla-Santamaria, D. (2018). Boundless multiobjective models for cash management. The Engineering Economist, 63(4), 363-381.

Sargent, T., & Stachurski, J. (2019). Quantitative economics with Python. https://lectures.quantecon.org/

Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2009). Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness. Penguin.

Thaler, R. H., (2015). Misbehaving: The making of behavioral economics. New York: WW Norton.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Ágora Internacional sobre Educación, Investigación y Empleo: Hablando de competencias

Diego Carmona Fernández[a], Miguel A. Jaramillo Morán[a], José Luis Canito Lobo[b], Francisco Quintana Gragera[c], Diego Rodríguez Méndez[a] y Juan Pablo Carrasco Amador[b]

dcarmona@unex.es ; miguel@unex.es ; jlcanito@unex.es ; quintana@unex.es ; drdriguezmendez@gmail.com ; jpcarrasco@unex.es

[a]Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, UEx, Avda. de Elvas, s/n, 06006, Badajoz (Badajoz), España

[b]Departamento de Expresión Gráfica, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, UEx, Avda. de Elvas, s/n, 06006, Badajoz (Badajoz), España

[c]Departamento de Matemáticas, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, UEx, Avda. de Elvas, s/n, 06006, Badajoz (Badajoz), España

Abstract

Many signals warn us of the gap that there seems to exist between what educational systems offer society and what it really demands.

Nevertheless, the signals that we receive daily in relation to the capacity of educational systems to train people to be able to respond to this challenge are not very positive.

Perhaps that is the reason why UNESCO and OECD require States to implement actions whose scope covers "from cradle to grave", as they may be assumed as "the neccessary conditions to achieve personal success in the job market and social wellbeing, and also as a base for democracy and citizenship. It is also thought that competitiveness of our national economies highly depends on the capacities of our societies to support and facilitate lifelong learning".

This paper shows how one of such actions has been launched by a group of more than 200 people to face the challenge of modifying the socio-educational model to one focused on the students' learning process instead of the traditional teacher-centred approach, a model where we can talk about competences.

Keywords: Agora, competences, education, research, employment

ISBN: 978-84-09-02970-9

Resumen

Numerosas señales advierten a diario del desfase existente entre lo que los sistemas educativos ofrecen a la sociedad y lo que esta parece demandar en el contexto del mundo actual, un mundo cambiante a ritmo vertiginoso.

Sin embargo las señales que recibimos diariamente en relación a la capacidad de dichos sistemas para formar personas capaces de responder a este reto, no resultan muy positivas.

Tal vez por eso la UNESCO y la OCDE instan a los diferentes Estados a poner en marcha acciones cuyo alcance abarque "desde la cuna hasta la tumba", en tanto que las consideran "condición necesaria para alcanzar el éxito individual en el mercado de trabajo y el bienestar social(…) Se piensa asimismo que la competitividad de las economías nacionales depende en gran medida de la capacidad que tengan las sociedades para alentar y facilitar el aprendizaje a lo largo de la vida" .

Este trabajo muestra cómo una de esas acciones ha sido puesta en marcha por un grupo de casi 200 personas, para dar respuesta al reto que supone modificar el modelo social educativo hacia un modelo centrado en el que aprende y no en el que enseña, hacia un modelo en el que hablemos de competencias.

Palabras clave: Ágora, competencias, educación, investigación, empleo.

1. Introducción

La Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, indicaba que "(…)*un enfoque metodológico basado en las competencias clave y en los resultados de aprendizaje conlleva importantes cambios en la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje, cambios en la organización y en la cultura escolar; requiere la estrecha colaboración entre los docentes en el desarrollo curricular y en la transmisión de información sobre el aprendizaje de los alumnos y alumnas, así como cambios en las prácticas de trabajo y en los métodos de enseñanza",* y que *"(…)es necesaria una adecuada coordinación entre los docentes sobre las estrategias metodológicas y didácticas que se utilicen. Los equipos educativos deben plantearse una reflexión común y compartida sobre la eficacia de las diferentes propuestas metodológicas con criterios comunes y consensuados(…)*".

El RD 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales en España, indicaba igualmente que "(...)*los planes de estudios conducentes a la obtención de un título deberán, por tanto, tener en el centro de sus objetivos la adquisición de COMPETENCIAS por parte de los estudiantes, ampliando, sin excluir, el tradicional*

ISBN: 978-84-09-02970-9

enfoque basado en contenidos y horas lectivas. Se debe hacer énfasis en los métodos de aprendizaje de dichas competencias así como en los procedimientos para evaluar su adquisición. (…) La nueva organización de las enseñanzas incrementará la empleabilidad de los titulados (…)".

Otros muchos referentes que podríamos citar similares a las dos referencias anteriores, nos invitan a afirmar que el mundo, especialmente Europa, parece haberse establecido como reto para el Siglo XXI el definir un marco de aprendizaje permanente basado en COMPETENCIAS (anteponiendo el cómo al qué enseñar/aprender) y que propone que este marco contemple de forma holística todos los ámbitos y dimensiones de la educación, investigación y el empleo.

2. Trabajos Relacionados

Por este motivo, y tras la organización del 25 CUIEET que ya fue enfocado bajo el lema "hablar de competencias", un grupo de personas con epicentro en Escuelas de Ingenierías, puso en marcha un ambicioso proyecto que, en septiembre de 2019, tendrá su arranque definitivo y que ha sido definido como proyecto Ágora.

El objetivo principal del proyecto ha sido el de crear "*...un espacio de encuentro y conexión Internacional en formato 4+361, que integre niveles educativos/formativos previos a la Universidad, la Universidad y el entorno sociolaboral y del empleo en el que se mueve el egresado una vez finalizados sus estudios, emergiendo pues como un espacio donde integrar estos tres niveles de los que se espera una coordinación lógica, que facilite el desempeño competencial en un contexto mundial de aprendizaje basado en competencias*".

Teniendo en cuenta que el aprendizaje por competencias se caracteriza por su transversalidad y dinamismo, resultando motivador en el "aprender a aprender" y siendo posible tanto en ámbitos formales como en aquellos otros no formales e informales, Ágora debía recoger en su alcance cualquier ámbito y dimensión de aprendizaje, por lo que extendió su alcance a los ámbitos preuniversitario, universitario y del egresado, y a las dimensiones educativa, investigadora y del empleo, tanto formal como no formal e informal.

A partir de este concepto y de un decálogo de objetivos más específicos a alcanzar (https://www.agora2019.com/infoagora/novedad/), en una primera aproximación, los trabajos previos buscaron definir su esencia desde la suma de dos eventos tipo: uno, evolución de los modelos foro-multimeeting (que se convino en llamar "*ForAgora*") y otro, evolución de eventos tipo congreso (que llamamos "*CongressAgora*").

Se definió una estructura de "nodos", en tanto que el Ágora Internacional sobre Educación, Investigación y Empleo intenta emular el funcionamiento de un cerebro humano, buscando, desde la creación de nodos (neuronas), establecer las necesarias conexiones entre ellos de forma que, activando adecuadamente y en el momento que se desee dichas conexiones, pueda obtenerse una respuesta que suponga una mejora significativa para las partes interesadas, ya sea en la dimensión educativa, investigadora o de empleo/empresas.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Se crearon diferentes nodos organizadores repartidos por el mundo, coordinados desde un nodo central que recopilaba toda la información oportuna y tomaba las decisiones finales, en una estructura jerárquica lo más horizontal posible, de forma que la integración fuese máxima entre todos los miembros del equipo final, formado, como exige el carácter holístico del proyecto, por profesionales de todos los ámbitos, dimensiones y áreas educativas, investigadoras y del mundo empresarial.

3. Metodología

Ágora divide el año en dos periodos: uno, de 4 días, donde se pretende mostrar, dar a conocer, evidenciar, poner en relieve, etc., lo que en el mundo se realiza relacionado con los modelos de enfoque competencial y su puesta en práctica en los contextos educativo, de investigación y de empleo/empresas. Y otro de 361 días, donde opere la Red Ágora, una red colaborativa online basada en proyectos y no en personas, donde se opere desde la pertenencia a un "nodo" o grupo de personas con un interés y objetivos comunes.

Las actividades de los cuatro días de evento *ForAgora* y *CongressAgora*, han sido diseñados para abarcar los 6 ámbitos de saber que podemos considerar incluidos en el término competencia: desde el "saber" como tal, hasta el "saber querer", pasando por el "saber decir", "saber hacer", "saber ser" y "saber estar".

ZonAgora	Dimensión	Ámbito	Actividades
FormAgora	Formación, divulgación	SABER	Conferencias plenarias, simposios, mesas de debate...
ExperAgora	Experiencial	SABER DECIR y SABER HACER	CongressAGORA, workshops demostrativos, expositores innovadores, talleres de aprendizaje colaborativo,...
IdeAgora	Emprendimiento	SABER SER, SABER ESTAR y QUERER	Acciones sociales que mejoren la educación, la investigación y, especialmente, la empleabilidad. Ideas innovadoras, propuestas colaborativas de proyectos educativos multidisciplinares, zona de necesidades y soluciones...
CulturAgora	Lúdica-cultural	SABER SER y SABER ESTAR	Acciones diversas de ocio/cultura.
TecnAgora	Tecnología	Todos para mostrar cómo la tecnología puede influir en los modelos educativos de investigación y en el empleo.	Acciones demostrativas, exposiciones tecnológicas, exposiciones de productos...
I+DAgora	Investigación	Todos para mostrar cómo la investigación puede ser el motor de cambio de la sociedad.	Exposiciones y presentaciones de grupos de I+D, sesiones PechaKucha, BarAgora,...
EmpleAgora	Empleo	Todos para mostrar cómo mejorar la empleabilidad de las personas, cómo orientar la carrera profesional y cómo mejorar su desempeño profesional.	Procesos de selección de personal, redes, networking para mejora del empleo o aquellas destinadas a colectivos de difícil empleabilidad, espacios coworking...

Figura 1. Espacios *ZonAgora* en que se dividirá la parte "4 días" del proyecto

Estos espacios han sido definidos con los nombres de la figura 1, donde "FormAgora" representa el conjunto de actividades de carácter predominantemente formativo, divulgativo, enfocadas en el "saber" como tal, y que se traduce en actividades tipo conferencias, simposios, mesas de debate, mesas de éxito, etc., con menos interacción por parte del asistente que lo que se espera que suceda en las del espacio "ExperAgora", donde se busca más la interacción con el asistente desde experiencias tales como talleres, workshops, expositores, etc., más centrados en el "saber decir" y en el "saber hacer". De igual forma, otros

ISBN: 978-84-09-02970-9

espacios como "IdeAgora", "TecnAgora", "I+DAgora" o "EmplAgora", recorrerán los diferentes ámbitos competenciales del saber a través de diferentes tipos de actividades.

El proyecto Ágora se completa con la Red Ágora concebida en el proyecto como "*una plataforma online que se convierta en un espacio de conexión para todos los NODOS creados a partir de las distintas ediciones del Ágora Internacional sobre Educación, Investigación y Empleo, formados desde niveles educativos/formativos previos a la Universidad, la Universidad, y el entorno sociolaboral en el que se mueve el egresado una vez finalizados sus estudios, como primera plataforma que integre los tres niveles de los que se espera una coordinación lógica, que facilite y mejore el desempeño competencial en un contexto mundial de aprendizaje basado en COMPETENCIAS, al mismo tiempo que posibilita la puesta en práctica de proyectos colaborativos bajo filosofía Win-to-Win*".

Existen plataformas de conexión online, unas más centradas en conexiones sociales (Facebook, Twitter, entre otras) y otras en conexiones profesionales/laborales (LinkedIn, plataformas de crowdfunding, etc.), sin embargo, no existen muchas plataformas que potencien la puesta en práctica de proyectos colaborativos que abarquen todo el horizonte temporal de la vida de una persona, "*de la cuna a la tumba*", de forma que, una vez surja una demanda o necesidad individual o colectiva que represente una idea que convertir en proyecto, pueda darse a conocer en un espacio colaborativo donde, a partir de la respuesta de otros individuos o grupos, se desarrolle un área específica de trabajo para ese proyecto con todos los interesados, que abarque desde la formación, la investigación, la financiación, los recursos, la tecnología, el desarrollo, los productos, etc., necesarios que contribuyan a beneficios para todos los participantes de forma individual y la mejora de la empleabilidad de forma general.

En línea con ello, se ha considerado vital desarrollar una plataforma que, bajo los principios y visión del decálogo del proyecto Ágora, permita implementar esta visión de Red colaborativa basada en proyectos por el interés que puede suponer para la mejora de proyectos educativos, de investigación o de empleo, al mismo tiempo que por las oportunidades sociales que podría generar. Para ello, Ágora ha creído oportuno hacer partícipe del proyecto, como proyecto social inclusivo que es, a todas aquellas personas que lo deseen para que, bajo un sistema de organización en forma de nodos y ya sea como emisores o receptores, aporten su grano de arena al mismo, independientemente del tamaño de este.

Así pues, durante los 361 días posteriores a la celebración del I Ágora, y hasta la celebración del II Ágora en Madrid, ser parte de un NODO permitirá estar conectado al resto, formando parte de una gran RED, pudiendo seguir participando de las acciones de conexión que desde el Ágora se impulsarán, aparte de poder activar otras de forma autónoma con otros NODOS a través del lanzamiento de propuestas o "ideas oferta".

Cualquier persona o grupo de personas pueden crear un NODO. Así por ejemplo, un director de un centro educativo podría constituir un nodo que representase a ese centro educativo, conformado por personas del equipo directivo del centro, con interés en poner en mar-

ISBN: 978-84-09-02970-9

cha acciones educativas relacionadas con su centro. Paralelamente, dentro de ese mismo centro, una de esas personas que integrasen ese nodo anterior, podría coordinar o participar en otro nodo distinto que representase a su grupo de innovación educativa o investigación, formado por otras personas por ejemplo de su departamento o grupo.

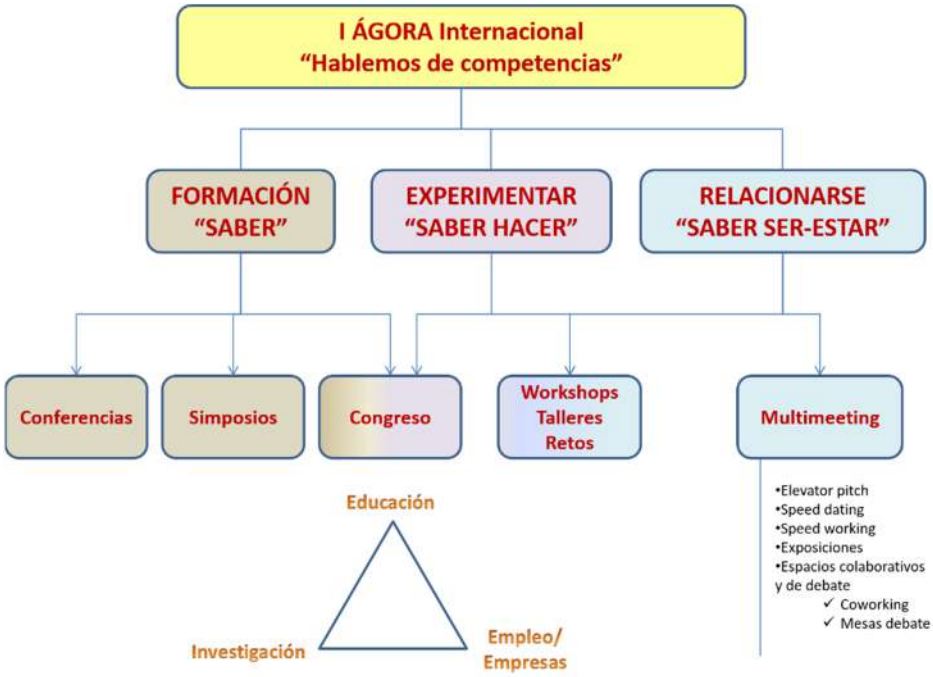


Figura 2. Estructura general de la parte 4 días del proyecto Ágora

Entre numerosos ejemplos de los proyectos que podrían arrancar desde la Red Ágora, podría citarse el desarrollar el sistema de formación necesario para el entrenamiento de profesionales en cierto tipo de prácticas mediante el uso de dispositivos gafas 3D y realidad virtual, donde serían necesarios NODOS diversos como: profesionales de esa área del conocimiento para los contenidos necesarios, desarrolladores de software y hardware para su implementación, fabricantes de gafas 3D, inversores, centros físicos donde probarlo, asociaciones y colegios profesionales relacionados con esa área del conocimiento para su divulgación, etc. De igual forma, se podría extrapolar esta descripción de posibles proyectos y nodos a las dimensiones "investigación" y "empleo/empresas".

4. Resultados

El proyecto Ágora es pues ya una realidad, estando prevista la celebración del primer encuentro de 4 días para el periodo comprendido entre el 10 y el 13 de septiembre, en Extremadura, donde se podrá mostrar lo que se está haciendo en distintas partes del mundo en relación a los modelos de enfoque competencial, tanto en el contexto educativo de

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

niveles previos a la universidad, como en ámbitos universitarios y del egresado que desempeña su labor profesional en el seno de diferentes empresas.

En estos días se pretende iniciar la revolución de las competencias aumentando los decibelios de la música que muchas personas ponen en su quehacer diario en relación con la innovación en las aulas, con el empleo de metodologías y recursos orientados a soluciones y al desempeño competencial del alumnado, con la evaluación de dicho desempeño y con la disminución del gap de talento que existe hoy en día entre lo que se forma en las aulas y lo que la sociedad y las empresas parecen necesitar y demandar.

En la web www.agora2019.com se encuentra el proyecto completamente definido, pudiendo comprobarse su alcance y estructura, sumándose al mismo desde múltiples opciones en la medida que se desee.

En el momento de redactar este trabajo, más de 800 personas están ya involucradas en el proyecto de una u otra forma, estando ya constituidos más de 200 nodos provisionales. Este trabajo es fruto de la dedicación de todas esas personas, aunque en la cabecera del mismo figuren únicamente seis de ellos en representación del colectivo.

5. Conclusiones

Nuevas áreas como la Sociedad 5.0, la Industria 4.0, la medición del impacto (y su disminución) de las diferentes Huellas (ecológica, energética, digital y social) frente a la Sostenibilidad y Responsabilidad Social, y las relacionadas con la Inclusión en sus diferentes ámbitos (igualdad de género, altas capacidades, atención a la diversidad, personas de edad superior a 45 años o "mayorescentes", etc.), requerirán en el corto plazo de personas con competencias muy concretas que, además, deberán adaptarse rápidamente a los cambios que dentro de ellas tendrán lugar.

Como puede comprobarse, Ágora representa un "concepto nuevo", en lo que se ha definido como un *espacio 4+361*.

El "*espacio 4*" consiste en organizar, anualmente, un Ágora Internacional, como suma de un Congreso (*CongressAgora*) y un Foro Multimeeting (*ForAgora*) de 4 días de duración cada año, en el que abordar, previa descripción del "estado del arte", los problemas y soluciones relacionados con el modelo o enfoque sistémico competencial que ha sido adoptado tanto a nivel educativo como a nivel profesional en una gran mayoría de países del mundo, centrándolo particularmente en el eje Europa-América Latina, siendo una preocupación central del Ágora el Empleo, es decir, cómo mejorar la empleabilidad de las personas y la competitividad de las organizaciones desde la mejora competencial en el contexto tanto de la educación como de la investigación, a nivel individual y organizacional.

Abarca, como aspecto diferencial respecto a otros eventos que puedan abarcar esta temática, los niveles previos a la Universidad, el ámbito universitario y el de los egresados,

ISBN: 978-84-09-02970-9

a través de los modelos de gestión por competencias que están siendo implantados en un gran número de organizaciones.

El "*espacio 361*" consiste en desarrollar la RED Ágora: una plataforma tipo networking, basada en proyectos más que en personas, que posibilite la conexión, durante los 361 días restantes de cada año, entre grupos, empresas, entidades, etc., previamente conformados como NODOS de forma que puedan generarse, a partir de propuestas realizadas por estos, proyectos colaborativos.

Abarcará, como aspecto diferencial respecto a otras plataformas sociales o de conexión, que no pretende conectar a personas para el logro de intereses personales, sino a grupos para fomentar escenarios WIN-WIN donde todos ellos obtengan beneficios, con lo que el epicentro debe ser el "proyecto" a desarrollar desde la "oferta" que supone una propuesta o idea lanzada a la plataforma, y no los intereses de cada individuo o grupo de forma aislada.

Dicen que Einstein dijo: "*Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo*".

Ágora pretende ir más allá, superando ese "*hacer siempre lo mismo para obtener los mismos resultados*", con propuestas que lleven, más que a la innovación, a la revolución a través de soluciones.

¿Hablamos de competencias?

Referencias

Eurydice. *Las competencias clave. Un concepto en expasión dentro de la Educación General Obligatoria*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Obtenido el 29/04/2019, desde http://formacion.intef.es/pluginfile.php/49947/mod_resource/content/2/Competencias%20clave%20de%20eurydice.pdf.

ManpowerGroup. (2018). *Solucionar la escasez de talento. Crear, atraer, compartir y transformar*. ManpowerGroup. Obtenido el 29/04/2019, desde http://www.escasezdetalento.es/.

OECD (2008). *Sistemas de cualificaciones. Puentes para el aprendizaje a lo largo de la vida*. Instituto Nacional de las Cualificaciones. Ministerio de Educación, Política Social y Deporte. París.

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. BOE núm. 25, de 29 de enero de 2015, pp. 6986-7003. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE núm. 260, de 30/10/2007. Ministerio de Educación y Ciencia.

Un nuevo concepto de Educación. Obtenido el 29/04/2019, desde https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/about-education-and-training-in-the-eu_es.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Enfoque cooperativo del trabajo fin de grado: experiencias tras 60 TFGs en el Laboratorio de Estructuras, EII, UVa

Antolín Lorenzana, Álvaro Magdaleno, Antonio Foces, José María García-Terán, Jesús Magdaleno
ali@eii.uva.es , alvaro.magdaleno@uva.es, foces@eii.uva.es, teran@uva.es, jesus.magdaleno@uva.es

Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Valladolid. Paseo del Cauce, 59, 47011 Valladolid. España.

Abstract

Once main backgrounds related to the end-of-degree project of the new degrees are presented, the abilities that the student must fulfil are enumerated and a detailed methodology for its attainment is exposed. Finally, the main conclusions are drawn after more than 60 end-of-degree projects carried out in the structures laboratory of the School of Industrial Engineering of the University of Valladolid since 2014.

Keywords: *engineering education, end-of-degree project.*

Resumen

Tras exponer ciertos antecedentes relacionados con el trabajo fin de grado (TFG) de las nuevas titulaciones, se enumeran las competencias que el alumno debe demostrar y se expone la metodología concreta para su consecución. Finalmente se presentan las conclusiones tras más de 60 trabajos fin de grado realizados en el laboratorio de estructuras de la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Valladolid (UVa) desde el año 2014.

Palabras clave: *competencias en ingenierías, trabajo fin de grado, TFG.*

1. Introducción

La EII de la UVa ha formalizado varios documentos en los que se viene a establecer que:

- *El TFG es una asignatura de extraordinaria importancia puesto que constituye un ejercicio de integración de los conocimientos adquiridos y una prueba de madurez.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

- *El TFG supone la realización por parte del alumno, de forma individual, de un proyecto, memoria o estudio en el que demuestre de forma integrada que ha adquirido las competencias propias de la titulación.*
- *El TFG se enfocará de manera que aporte al alumno conocimientos y competencias no cubiertos a lo largo de sus estudios, proporcionándole una formación complementaria.*

Obviamente, ni se especifican ni se pueden especificar los contenidos del TFG ni tampoco su planificación temporal ni su sistema de evaluación. Es posible que esta falta de información sea intencionada, pretendiéndose así aumentar el interés y la implicación del alumno para completar su formación y mejorar la calidad del trabajo.

El alumno debe ser consciente (orientado por el tutor) de los beneficios que un buen TFG le puede aportar en términos de adquisición y/o mejora de nuevos conocimientos, competencias y habilidades. Incrementar la motivación en este sentido se considera fundamental para la realización exitosa del TFG. El alumno debe enfocar el TFG como una oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y desarrollar competencias y habilidades, no solo técnicas sino también transversales, incluyendo la capacidad de trabajo autónomo, de autoevaluación, de comunicación efectiva, de autocrítica, …

Como se ha comentado, el TFG *consiste en la elaboración de un trabajo de carácter individual en el que el alumno debe demostrar los conocimientos, habilidades y competencias adquiridos durante sus estudios mediante la resolución de un problema específico del ámbito de la titulación.* La finalidad formativa del TFG es que el alumno realice de modo activo un trabajo aplicado y de conjunto, frecuentemente multidisciplinar, en el que ponga en práctica las competencias que supuestamente se le van a requerir en el ejercicio de la profesión. Desde este punto de vista, debe consistir en un trabajo de suficiente nivel y complejidad donde se traten, en mayor o menor medida, los siguientes enfoques (Mills, 2003, Recalde, 2011):

a) académico, demandando al alumno la aplicación de buena parte de los conocimientos adquiridos a lo largo de sus estudios

b) profesional, planteando la resolución de un problema realista en el que el alumno sea capaz de encontrar una solución viable, tanto desde el punto de vista técnico, como de plazos y de costes

c) innovador, de manera que el alumno muestre capacidad creativa en la búsqueda de distintas alternativas que puedan llevar a superar los inconvenientes que vayan apareciendo.

No es frecuente que los alumnos en disposición de realizar el TFG vengan con la motivación suficiente. En ocasiones su principal objetivo es “superar este último obstáculo” para la obtención del título, considerando que el TFG es un mero trámite. Es trabajo del tutor hacer que precisamente esta última asignatura cumpla sus objetivos, entre ellos el de ilusionar al alumno en este tramo final de su titulación.

A diferencia de otros muchos trabajos académicos respecto a TFGs (Álvarez, 2012, Rullán, 2010, Valderrama 2010, Villamañe, 2017), centrados en aspectos administrativos, defensa ante el tribunal y sistema de evaluación del TFG mediante rúbricas más o menos elaboradas,

ISBN: 978-84-09-02970-9

en este trabajo nos centraremos en las experiencias y metodologías tendentes a la motivación del alumno para lograr que el TFG cumpla los objetivos indicados en los párrafos previos.

La mayoría de las asignaturas están perfectamente estructuradas tanto en contenidos como en su planificación temporal y su sistema de evaluación, por lo que los alumnos saben exactamente a qué atenerse. Sin embargo el planteamiento del TFG es distinto. Los alumnos deben, entre otras cosas, marcarse objetivos, proponer inquietudes, buscar información, etc. lo cual les puede suponer un reto. Es misión del tutor guiar al alumno de forma eficaz durante este reto pero no hasta el punto de asemejarlo al resto de asignaturas. A lo largo de las siguientes secciones se mostrará cómo se ha procedido al respecto en el laboratorio de estructuras de la EII/UVa.

2. Competencias a evaluar

La enseñanza en el ámbito de la ingeniería ha estado tradicionalmente centrada en la capacitación técnica, dejando a un lado otras destrezas. Es conocido también que por parte de la empresa se demandan profesionales formados y preparados no sólo técnicamente sino también en otros aspectos como el trabajo en equipo, la autonomía en la realización del trabajo, la innovación y la comunicación de información, entre otros. Desde estos puntos de vista se puede considerar el TFG como una transición entre los aspectos académicos y los profesionales. Tanto el alumno como el tutor deben ser conscientes de ello y por tanto de que no solo serán evaluados aspectos técnicos sino también otras competencias denominadas "transversales". Es en el ámbito de las competencias genéricas (Tabla 1) donde el TFG se convierte en un demostrador ideal. Se supone que algunas de ellas vienen adquiridas de los estudios de secundaria y bachiller (planificación, expresión oral y escrita, trabajo autónomo, …) pero lo cierto es que se van perfeccionando a lo largo de la vida. Se podrá concluir que la metodología indicada persigue especialmente el afianzamiento de gran parte de estas competencias genéricas.

Tabla 1. Competencias genéricas para los grados de ingenierías industriales (EII/UVa).

Capacidad de análisis y síntesis.	Capacidad de organización y planificación del tiempo.	Capacidad de expresión oral.
Capacidad de expresión escrita	Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma	Capacidad de resolución de problemas
Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico	Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica	Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.
Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos	Capacidad para la creatividad y la innovación	Capacidad para la motivación por el logro y la mejora continua
Capacidad para actuar éticamente y con compromiso social	Capacidad de evaluar	Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y elaboración de informes técnicos

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Metodología

Incluso en la misma familia de grados (en este caso grados en ingenierías industriales) hay muchos tipos de TFG y posiblemente no en todos ellos sean de aplicación la metodología que se expone a continuación. Los profesores del área de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la EII de la UVa disponen del laboratorio de estructuras donde desde el año 2014 se desarrollan **TFGs de distintos tipos**, pero en todos ellos es aplicable, en mayor o menor medida, los puntos metodológicos que se comentarán en este apartado. Antes de nada, indicar que los TFG pueden estar enfocados hacia:

- el proyecto de estructuras, verificación experimental, calibrado de modelos, …
- el prototipaje a escala real o reducida (maquetas) de distintas estructuras, partes de las mismas, dispositivos de sensorización y adquisición de datos, etc.
- el uso de técnicas experimentales para la verificación de principios físicos, validez de modelos matemáticos, influencia de distintos fenómenos, …
- aspectos normativos y redacción de documentos visables, …

Para todo ello puede ser necesario el uso de software de simulación mediante entornos comerciales de elementos finitos, el modelado 3D asistido por ordenador, habilidades manuales para el uso de herramientas y máquinas de taller, el conocimiento de las disponibilidades comerciales de los distintos componentes, la necesidad de subcontratar trabajos, etc.

En el laboratorio se pone a disposición de los alumnos varios ordenadores con software general y específico, diversos montajes de estructuras, equipos instrumentales para medir desplazamientos, fuerzas, aceleraciones,…, herramientas de mano y una gran variedad de material auxiliar mecánico y eléctrico para diversos montajes. Adicionalmente, aunque no en el mismo laboratorio, se tiene acceso (supervisado por personal auxiliar) a talleres con capacidades para trabajos de calderería (cortar, doblar, soldar, …), de mecanizado y de impresión 3D. Si fueran necesarias otras labores (como corte por plasma o láser, pintura, …) se podrían subcontratar a empresas colaboradoras.

Obviamente no todos los trabajos incluyen todos los puntos enumerados anteriormente. No obstante sí es habitual que todos tengan al menos una parte de modelado y simulación y otra de experimentación de manera que parte del trabajo debe ser hecho presencialmente en el propio laboratorio. Nótese que los instrumentos de medida y las maquetas de estructuras deben estar permanentemente en el laboratorio a disposición de todos los alumnos.

El laboratorio tiene unos 90 m^2 con múltiples puestos de trabajo y da acceso a una zona de despachos donde trabajan habitualmente 3 profesores. Parte del trabajo de estos profesores se dedica a tareas de investigación experimental en el propio laboratorio. Es importante resaltar este punto ya que los alumnos se integran en un ambiente de trabajo activo e inclusivo y pueden colaborar, llegado el caso y en la medida de sus posibilidades, en tareas de investigación.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Definido el **entorno de trabajo** y el tipo de actividad que se propone a los alumnos para su TFG, se indican a continuación las **fases** desde que se oferta el TFG hasta que se defiende.

El proceso comienza con una oferta genérica en la aplicación web a disposición de los alumnos. Una propuesta vaga el tipo "Diseño, prototipado, simulación o/y experimentación de estructuras" es suficiente para despertar el interés de varios alumnos. Estos alumnos demandan más información (por mail o presencialmente) y son convocados (individualmente o en grupos) para una primera toma de contacto en el laboratorio. Se les muestran resultados de trabajos previos para que vean distintos enfoques y tipologías, si hay otros alumnos realizando su TFG se les invita a que se lo cuenten resumidamente, se les consulta sobre sus preferencias y habilidades, se les invita a "husmear" por el laboratorio y a preguntar curiosidades, etc. Esta primera cita termina solicitando al alumno que reflexione sobre lo hablado y emplazándole, en caso de seguir interesado, a una nueva cita. En esta primera cita también se deja clara la conveniencia de que el alumno esté "suficientemente libre de otras asignaturas" de manera que la dedicación al TFG no interfiera en su rendimiento académico. Se recuerda en este punto que el TFG necesita bastante dedicación y que solo podrá defender el TFG una vez haya terminado el resto de las asignaturas.

En la segunda cita es cuando se concreta la colaboración. El hecho de que sea el propio alumno, a la vista de las alternativas ofrecidas, quien enfoque su propio trabajo hace de efecto motivador. La toma de decisiones de "por dónde tirar" se irá perfilando en jornadas sucesivas. Solo cuando queda definido el trabajo a realizar, con sus etapas, objetivos y resultados a perseguir es cuando se procede a la formalización académica mediante el documento de asignación, a modo de contrato entre el alumno y el tutor. Comentar en este punto cierta problemática que puede aparecer debida al sistema de cupos (máximo número de TFGs que puede tutorar cada departamento por curso académico) asignado por la dirección de la escuela. En el caso en el que la demanda de trabajos supere dicho cupo se indica a los alumnos los requisitos que se valoran para realizar la asignación de los trabajos. Entre otros aspectos está el número de asignaturas pendientes para terminar los estudios, el expediente académico, el interés vocacional por la actividad en el laboratorio, el nivel de manejo de software, etc.

A continuación comenzaría la fase de desarrollo, donde son habituales tutorías, clases de iniciación para manejo del software, indicaciones sobre cómo conseguir información científica (bibliografía, WoS, …) y técnica (catálogos, especificaciones de fabricantes, …), etc. También es habitual tomar como referencia otros TFGs similares ya defendidos. En ocasiones, si hay varios alumnos en condiciones similares, se organizan mini cursos específicos, según necesidades. En otros casos son los propios alumnos quienes, consultándose entre ellos, consiguen avanzar en sus objetivos. En este contexto cobran sentido conceptos típicos del EEES (Espacio Europeo de Educacón Superior, comúnmente referido como *plan Bolonia*) como aprendizaje cooperativo, *flipped learning*, colaboración responsable, aprendizaje basado en proyectos, etc. Comentar que en esta fase de desarrollo los alumnos tienen acceso al laboratorio (mediante la llave que pueden pedir en conserjería) y podrían trabajar en él sin que haya profesores en el mismo. Dependiendo de las necesidades de cada trabajo se indicaría

ISBN: 978-84-09-02970-9

a cada alumno cómo proceder con los pedidos del material necesario para sus prototipos, se le pondría en contacto con los responsables de compras, con los maestros del taller de calderería o del taller de maquetas, etc. Como se puede deducir, además de la formación técnica, en esta fase adquieren o perfeccionan competencias transversales como el trato con otro personal de la universidad, la gestión administrativa (pedidos, pagos, entregas, reclamaciones, …) y el conocimiento de procedimientos internos.

Avanzada la fase de desarrollo y a la vista de los progresos alcanzados se puede estar en disposición de consensuar (entre alumno y tutor) los resultados finales que se esperan alcanzar e incluso el título del trabajo. El tutor debe ser realista y proponer objetivos razonables en función de los avances realizados en el tiempo ya invertido. La consecución de esos objetivos debe estar asegurada, es decir, no deben tener el riesgo que se suele asociar a trabajos de investigación. Ante posibles eventualidades se podrán proponer cambios a modo de "plan de contingencia". Por su parte, el alumno puede planificar el trabajo pendiente, reservando el tiempo que estime (en función de sus habilidades) para la última fase, la de redacción del documento final que debe entregar y defender.

Con frecuencia los alumnos progresan rápidamente en aspectos técnicos, olvidando irlos documentando adecuadamente. Esto hace que en la fase final de redacción se alargue y se complique innecesariamente. Para prevenir este problema el tutor insiste al alumno para que vaya registrando todos los desarrollos teóricos, de uso de software, reportajes fotográficos de la evolución de los prototipos, etc.

Acabada la fase de desarrollo el alumno debe demostrar sus competencias en organización, planificación y capacidad de análisis y síntesis para redactar el documento final. El documento, además de ser un requisito exigido por la normativa y por el tribunal evaluador, debe servir para que otros alumnos conozcan e incluso puedan reproducir el trabajo realizado. El saber que el documento que están elaborando será puesto a disposición de futuros alumnos suele ser motivador. No obstante es usual que el primer borrador completo que presentan los alumnos tenga múltiples deficiencias (tanto de estructuración de los contenidos como meramente formales) y debe ser supervisado por el tutor. Por ello se sugiere que el alumno entregue ese borrador cuando el trabajo esté en un estado suficientemente avanzado pero cuando todavía haya posibilidades de realizar modificaciones y mejoras. El tutor supervisa el documento y en función de las competencias del alumno respecto a la capacidad de comunicación escrita y de gestión de la información indicará las correcciones necesarias. Llegado el caso, una vez generada la versión mejorada, se podría volver a supervisar. Conseguido el documento final aún queda la preparación de la presentación oral ante el tribunal. De nuevo el alumno debe demostrar (o perfeccionar) sus habilidades de estructuración de la información y comunicación oral.

En un intento de mejorar ciertas competencias básicas sociales (o habilidades transversales), el tutor motiva al alumno (verbalmente y través de documentos de "Sugerencias") para que se interese y entrene aspectos como la empatía, la asertividad, la escucha activa, el trabajo en

ISBN: 978-84-09-02970-9

equipo y la comunicación (tanto oral verbal y no verbal como escrita), … De cara a la tramitación del trabajo, que requiere no solo el documento escrito sino también su defensa oral, se sugieren y ofrecen varios métodos de mejora:

- respecto al documento escrito, aparte de las supervisiones realizadas por el tutor, se pide al alumno que revise la versión casi definitiva con algún amigo que no sea ingeniero. Tras este ejercicio siempre se cazan errores y se reformulan párrafos, logrando un documento más al alcance de cualquier tipo de público.
- respecto a la presentación oral se sugiere que el "primer borrador" sea una autograbación en video, aprovechando la facilidad que ofrecen las tecnologías móviles, (Pando, 2018). Una vez se vaya puliendo el discurso, el tutor se ofrece a actuar de tribunal en un ensayo previo (presencial preferentemente, donde se pueden comentar aspectos del ámbito de la comunicación no verbal (quinésica, paralingüística, prosémica, …) con el fin de conseguir mayor impacto ante el tribunal.
- para finalizar se pide al alumno que se evalúe a sí mismo tanto desde el punto de vista de su impresión global como siguiendo punto por punto los distintos apartados de la correspondiente rúbrica.

5. Conclusiones

Se ha presentado una metodología de trabajo en laboratorio para la asignatura TFG. Por sus características especiales (sin docencia como tal, individual o grupos reducidos) es ideal para aplicar los conceptos más innovadores (aprendizaje cooperativo, *flipped learning*, …) del nuevo EEES en contraposición a la enseñanza tradicional.

Los resultados del aprendizaje cumplen su finalidad última (completar con éxito los estudios de grado) pero también consiguen preparar al alumno de cara al futuro laboral y mejorar su empleabilidad en el tejido industrial. Adicionalmente fomenta la cultura científica y en varios casos se consigue motivar a los alumnos para continuar con los estudios de máster que a su vez pueden ser completados con los de doctorado, contribuyendo de esta manera a la formación de futuros investigadores. El hecho de que conozcan los fundamentos de la investigación científica les va a dar un valor añadido, tanto si quieren continuar su formación como de cara a su inserción laboral en empresas de base tecnológica o en centros de investigación.

La metodología trata de propiciar tanto procesos participativos como el autoaprendizaje y la auto-planificación. Que el alumno vea que puede (y debe) tomar decisiones se supone que complementa sus competencias y aumenta su motivación.

En aquellos TFGs donde se monta un prototipo o se desarrolla alguna aplicación, el alumno tiene la motivación adicional de sentirse partícipe del proceso de aprendizaje de otros alumnos que usarán el material que él ha elaborado.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Por los comentarios recibidos de alumnos egresados, se consigue que en esta etapa final el alumno vea el sentido de los cursos previos y se sienta preparado para formar parte de un equipo de trabajo profesional pluridisciplinario.

Desde el punto de vista del profesorado, el TFG debe ser visto como una oportunidad para dejar un buen sabor de boca al alumno y para mejorar la visibilidad de nuestras titulaciones. Que nuestros egresados tengan la formación requerida (técnica y transversal) garantiza su éxito profesional y genera el esperado retorno tecnológico, cultural y económico a la sociedad

En coherencia con el valor de la igualdad de género asumido por la Universidad de Valladolid, todas las denominaciones que en este mensaje se efectúan en género masculino, cuando no hayan sido sustituidas por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino.

Ponencia cofinanciada mediante el plan "Movilidad Investigadores UVa-Banco de Santander 2019"

Referencias

Álvarez M. y Pascual M. (2012). Propuesta de evaluación del Trabajo Fin de Grado en Derecho. Aula abierta, 40(1), 85-102.

Mills J. y Treagust D. (2003). Engineering education: Is problem-based or project based learning the answer. Australasian Journal of Engineering Education, 3(2), 2- 16

Pando P. et al. (2018). Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG). XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas: CUIEET2018.

Recalde I. (2011). ¿Cómo afrontar el trabajo fin de grado?: Un problema o una oportunidad para culminar con el desarrollo de las competencias. Revista complutense de educación, 22(2), 179-193.

Rullan M. et al. (2010). La Evaluación de Competencias Transversales en la Materia Trabajos Fin de Grado. Un Estudio Preliminar sobre la Necesidad y Oportunidad de Establecer Medios e Instrumentos por Ramas de Conocimiento. Revista de Docencia Universitaria. Vol. 8, Nº 1. 74-100.

Valderrama E. et al. (2010). La evaluación de competencias en los Trabajos Fin de Estudios. IEEE-RITA. Vol 5, Nº 3. 107-114.

Villamañe M. (2017). Análisis y mejora de los marcos actuales de desarrollo y evaluación de los Trabajos Fin de Grado mediante el uso de las TIC (Tesis doctoral). Universidad del País Vasco.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Hacia un modelo integral de desarrollo y evaluación de las competencias transversales en un Máster de Ingeniería de Telecomunicación.

Juanjo Unzilla[a], David Guerrra[a], Jesús Lázaro[a], Unai Irusta[a], Manuel Vélez[a], Mariví Higuero[a], Eva Navas[a], Jasone Astorga[a], Juanjo Igarza[a], Carlos Cuadrado[a], Pablo Angueira[a]

{juanjo.unzilla, david.guerra, jesus.lazaro, unai.irusta, manuel.velez, marivi.higuero, eva.navas, jasone.astorga, juanjo.igarza, carlos.cuadrado, pablo.angueira}@ehu.eus

[a]Escuela de Ingeniería de Bilbao, Plaza Ingeniero Torres Quevedo 1, 48013 Bilbao. UPV/EHU.

Abstract

This paper describes the designed activities in Master's degree in Telecommunications Engineering for working in a coordinate way its five transversal skills. It is intended to guarantee that these activities are well designed and are efficient and effective to achieve the optimum acquisition of these skills by the students. And, at the same time, to assure that the assessment of the level of acquisition of each one and all of them as a whole is carried out in the right way. The designed activity is formed by two stages, the first one focusses on the design of a complex communication system and the second one, on its tunning and improvement for its placement on the market. The first stage has been carried out in a coordinated manner in three subjects (each one of a specialty) and the second will be carried out the next course through the collaborative and coordinated work of all elective subjects of the second year of the master. In addition, the evaluation system designed for the assessment of the acquisition of the transversal skills and the first results of the initial self-evaluation carried out by the students is also described.

Keywords: *Transversal skills, skills assessment, cooperative learning, educational innovation, telecommunications engineering.*

Resumen

Este trabajo describe las actividades diseñadas en el máster de ingeniería de telecomunicación para trabajar de forma coordinada las cinco competencias transversales del mismo. Se trata de garantizar que las actividades que se llevan a cabo están bien diseñadas y son eficientes y eficaces para lograr la adquisición óptima de dichas competencias por parte del alumnado. Y, al mismo

ISBN: 978-84-09-02970-9

tiempo, asegurar que la evaluación del grado de adquisición de cada una y de todas ellas en su conjunto se realiza de forma adecuada. La actividad diseñada consta de dos etapas, la primera se centra en el diseño de un sistema de comunicaciones complejo y la segunda, en su ajuste y mejora para su puesta en el mercado. La primera etapa se ha realizado de forma coordinada en tres asignaturas (cada una de una especialidad) y la segunda se llevará a cabo el próximo curso mediante el trabajo colaborativo y coordinado de todas las asignaturas optativas del segundo curso del máster. Además de esta primera etapa, se describe también el sistema diseñado para la evaluación de la adquisición de las competencias transversales y los primeros resultados de la autoevaluación inicial realizada por el alumnado.

Palabras clave: *Competencias transversales, evaluación de competencias, aprendizaje cooperativo, innovación educativa, ingeniería de telecomunicación.*

1. Introducción

Desde su implantación en el curso 2014-15, el Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación de la UPV/EHU tiene como objetivo habilitar profesionales para el ejercicio de la Ingeniería de Telecomunicación, ofreciendo la posibilidad de especializarse en electrónica, telemática o sistemas de telecomunicación. Los datos de empleo y en particular, los de empleo encajado, avalan la excelente preparación profesional de las personas egresadas y la elevada demanda por parte del entorno profesional.

Además de una sólida formación técnica, cada vez es más valorada en el sector la adquisición de otras competencias profesionales como el trabajo en equipo, la comunicación oral y escrita o el aprendizaje autónomo (Shuman, 2005). En este sentido, la renovación de la acreditación de la titulación (mayo 2017) y la obtención de la acreditación EUR-ACE para la misma (enero 2019), junto con los procesos de seguimiento y mejora continua que se realizan en el centro, han servido para realizar una profunda reflexión sobre las actividades que se desarrollan para la adquisición por parte del alumnado de las competencias transversales establecidas en el plan de estudios y su adecuada evaluación. Todo ello ha permitido comprobar que todas las competencias son abordadas y evaluadas, si bien se ha constatado la conveniencia de un planteamiento integral y coordinado que involucre a todas las asignaturas de la titulación. Además de las actuaciones llevadas a cabo desde la coordinación de la titulación, el profesorado del máster ha empleado metodologías activas y de aprendizaje colaborativo en varias asignaturas como parte del proceso de adquisición de competencias transversales. Cabe citar la experiencia adquirida en el trabajo conjunto de competencias transversales con una actividad desarrollada en las cuatro asignaturas de la especialidad de sistemas de telecomunicación empleando un modelo de conferencia científica (Irusta, 2017).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Este trabajo presenta las actividades desarrolladas de forma conjunta entre tres asignaturas obligatorias del segundo cuatrimestre del primer curso del máster (16,5 créditos en total), tanto para trabajar de forma coordinada las 5 competencias transversales del máster como para diseñar e implementar un método de evaluación del grado de adquisición de las mismas por parte del alumnado. El objetivo perseguido es doble, por un lado, se quiere garantizar que las competencias transversales son trabajadas con actividades adecuadas, bien diseñadas, eficientes y eficaces para lograr el objetivo marcado de la adquisición óptima por parte del alumnado. Y por otro, que se evalúa correctamente el grado de adquisición de cada competencia transversal y el conjunto de las mismas.

La actividad diseñada consta dos etapas, una primera de diseño de un producto y una segunda para su puesta en mercado. La etapa 1 se lleva a cabo en un grupo interdisciplinar (con alumnado de las 3 especialidades) de 4 personas. El producto integra un módulo de electrónica, un sistema de comunicaciones y los protocolos de comunicación. Cada módulo se desarrolla en una asignatura más relacionada con cada especialidad, y el producto final debe ofrecer una solución completa de telecomunicaciones que integre los 3 módulos. La etapa 2 se desarrollará en el primer cuatrimestre de segundo, en grupos de dos personas. En esta etapa partirán del producto diseñado en la etapa 1, y definirán y desarrollarán el proceso de puesta en el mercado del producto. La actividad concluirá con un workshop en el que personas expertas de empresa, el alumnado y el profesorado harán la evaluación final de las competencias transversales.

2. Metodología y plan de trabajo

El máster tiene establecidas las competencias transversales (CT) siguientes: la dirección, planificación y supervisión de equipos multidisciplinares (CT1, 1292), la dirección técnica de proyectos de I+D+i (CT2, 1295), la aplicación de conocimientos adquiridos a problemas nuevos o poco conocidos integrando conocimientos (CT3, 1297), la comunicación de conclusiones a públicos especializados y no especializados de forma oral y escrita (CT4, 1300) y el aprendizaje continuado, autónomo y autodirigido (CT5, 1301).

La actividad diseñada prevé el desarrollo y la evaluación de las competencias transversales en sus dos etapas. Se evalúa de forma individual el grado de adquisición de las competencias en tres momentos, antes de empezar la actividad para conocer el nivel de partida, al término de la etapa 1, y al concluir la etapa 2. La etapa 1 está diseñada principalmente para el desarrollo y evaluación de las CT1-3 y la etapa 2 para las CT3-5. El objetivo de estas 3 fases es que la evaluación sea formativa, orientando al alumnado sobre su evolución en la adquisición de las competencias trabajadas, permitiendo detectar errores a tiempo y corregirlos, y permitiendo al profesorado identificar dificultades y adaptar en consecuencia la planificación. Para aumentar la eficacia (Shuman, 2005) (Bermejo, 2008), se combinan 4 modalidades de evaluación: autoevaluación, evaluación por pares, evaluación por el profesorado y evaluación por terceras partes.

ISBN: 978-84-09-02970-9

En las 2 primeras semanas de la 1ª fase, el alumnado elabora una idea del proyecto para diseñar el producto final. Para ello se organizan en grupos, asignan roles, planifican el proyecto, buscan documentación, etc. Una vez completada esta tarea, cada estudiante, mediante una encuesta se autoevalúa, lo que constituye la **evaluación inicial** y el punto de partida de su proceso de adquisición y/o mejora de cada una de las 5 competencias transversales. La **evaluación intermedia** se realiza al final de la primera fase y se basa en el informe del proyecto del sistema de comunicaciones desarrollado por cada grupo y la presentación del mismo. En ella se evalúan también las 5 competencias transversales, haciendo especial énfasis en aquellas 3 trabajadas específicamente en la 1ª fase (CT1-1292, CT2-1295 y CT3-1297). Esta evaluación está compuesta por una nueva autoevaluación, la evaluación por parte del resto de personas del grupo y la evaluación del profesorado. Además de la evaluación numérica, se les pide que incluyan comentarios que respalden la misma, así como propuestas de mejora tanto para el proceso de adquisición como para el de evaluación de las competencias. La nota final de cada estudiante se calcula como media ponderada de ambas. En la **evaluación final** se plantea también una autoevaluación y evaluación por pares, sustituyendo la evaluación del profesorado por una evaluación por terceras partes, en base a la presentación de los productos en una feria o workshop. A esta feria se invita a profesionales del ámbito de las telecomunicaciones que actúan de evaluadores. En la evaluación final se valoran también las 5 competencias transversales, haciendo especial énfasis en las 2 trabajadas específicamente en la 2ª fase del proyecto (CT4-1300 y CT5-1301).

Con el objetivo de validar las actividades diseñadas como mecanismos de evaluación, en cada una de las 3 evaluaciones se incluirá un apartado de valoración de la propia actividad. Además, para la evaluación de la actividad, también se tendrán en cuenta los resultados de las encuestas de evaluación del profesorado por parte del alumnado en las asignaturas implicadas y la comparativa con los resultados obtenidos en cursos anteriores.

3. Descripción de la actividad realizada

Se ha completado la primera etapa, empleando 1,5 créditos ECTS distribuidos uniformemente en las tres asignaturas seleccionadas, con 12 horas presenciales y 28 horas no presenciales. La etapa 2 tiene 3 créditos ECTS, 12 horas presenciales y 68 horas no presenciales. La evaluación de las CT se traslada de forma explícita a las asignaturas que forman parte de la actividad, con un 10% de la nota final en primero, y un 15% en segundo curso. Se han modificado las asignaturas de Laboratorio de Circuitos digitales (4,5 créditos), Internet: conceptos avanzados y nuevos servicios (4,5 cr.) y Diseño Avanzado de comunicaciones vía radio (7,5 cr.). Cada una de ella pertenece a un área de conocimiento y poseen características muy diferenciadas, por lo que ha supuesto un gran esfuerzo de coordinación.

Los cambios introducidos se han planteado desde dos planos:

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Coordinación: Se ha modificado la temporización de las prácticas, presentaciones y evaluación de informes para trabajar con un modelo homogéneo y sincronizado entre las asignaturas. Se han alineado temporalmente las prácticas en las asignaturas para facilitar el desarrollo de los proyectos. También se han unificado las calificaciones para que actividades que hasta ahora pertenecían al ámbito de una única asignatura – como puede ser la presentación de un proyecto – y que ahora son comunes, tengan un peso equivalente previamente acordado en todas ellas.
- Cooperación: el proyecto abarca tres áreas de conocimiento, por lo que es necesaria una cooperación para que el resultado final sea coherente. En la asignatura de telemática se define y se diseña un servicio, que, a través de un sistema electrónico, será transmitido mediante una antena. Así, los puntos de unión entre bloques deben estar bien definidos, pero ser suficientemente flexibles para que pueda acomodar diferentes propuestas del alumnado y que dificultades o un menor avance en un área tengan el menor impacto posible en las otras áreas.

3.1 Evaluación del grado de adquisición de las competencias transversales

Para la elaboración del cuestionario de autoevaluación se han empleado diversos materiales, en particular se optó por trabajar con (Alsina, 2013) y (Villa, 2007). Se identificaron en estos materiales las rúbricas que mejor se ajustaban a cada CT del máster, y se adaptó su redacción a las CT del máster. Como ejemplos, para la competencia de CT1, se han empleado las rúbricas de trabajo en equipo (Alsina, 2013) y de tratamiento de conflictos (Villa, 2007). Para la competencia CT3, se han utilizado las rúbricas de creatividad y de emprendimiento e innovación (Alsina, 2013) y las de pensamiento crítico, pensamiento analítico y pensamiento creativo y deliberativo (Villa, 2007). Basándonos en estos materiales, se han redactado 6 cuestiones por competencia, para un total de 30 cuestiones. La redacción está basada en el resultado esperado en el nivel superior (3) con la máxima puntuación (4) en las rúbricas antes mencionadas. Para realizar la autoevaluación el alumnado debe indicar su opinión, siguiendo la siguiente escala

1= Nunca, 2= Pocas veces, 3= A veces, 4= Normalmente, 5 = Casi siempre

A modo de ejemplo se incluyen dos de las cuestiones que forman parte de la encuesta:

- Soy capaz de asociar roles o tareas a personas del grupo en función de su background o especialidad; identifico y valoro las aportaciones de todas las personas que forman el equipo. (CT1, dirección equipos multidisciplinares).
- Cuando me enfrento a un problema nuevo busco diferentes modos de resolverlo y trato de llevar a cabo aquél que me parece mejor y más original aunque no sea un método que haya usado anteriormente. (CT3, dirección proyectos I+D+i).

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Resultados

La encuesta de autoevaluación inicial con 30 preguntas ha sido realizada en marzo de 2019. De las 29 personas matriculadas que participan en la actividad, se han obtenido un total de 24 respuestas completas a todo el cuestionario. Esto supone una participación del 82.8% del alumnado. La valoración media global de todas las respuestas de todo el alumnado es de 3.74 sobre 5. De las 720 preguntas respondidas, un 62,6% están valoradas con calificaciones de "4-bastante" o "5-mucho", siendo significativa la presencia de un 1.1% de respuestas con calificación de "1-nada" y un 9.4% de respuestas con calificación de "2-poco".

En la Figura 1 se representan las respuestas agrupadas por competencias. La valoración promedio de las 5 CT se presenta en la gráfica (a) de la Figura 1. La CT4 (comunicación) es la que presenta puntuaciones más elevadas, indicando que es la competencia transversal que el alumnado considera mejor adquirida a lo largo de su formación. Por el contrario, la CT2 (I+D+i) es en la que el alumnado se percibe subjetivamente como peor capacitado.

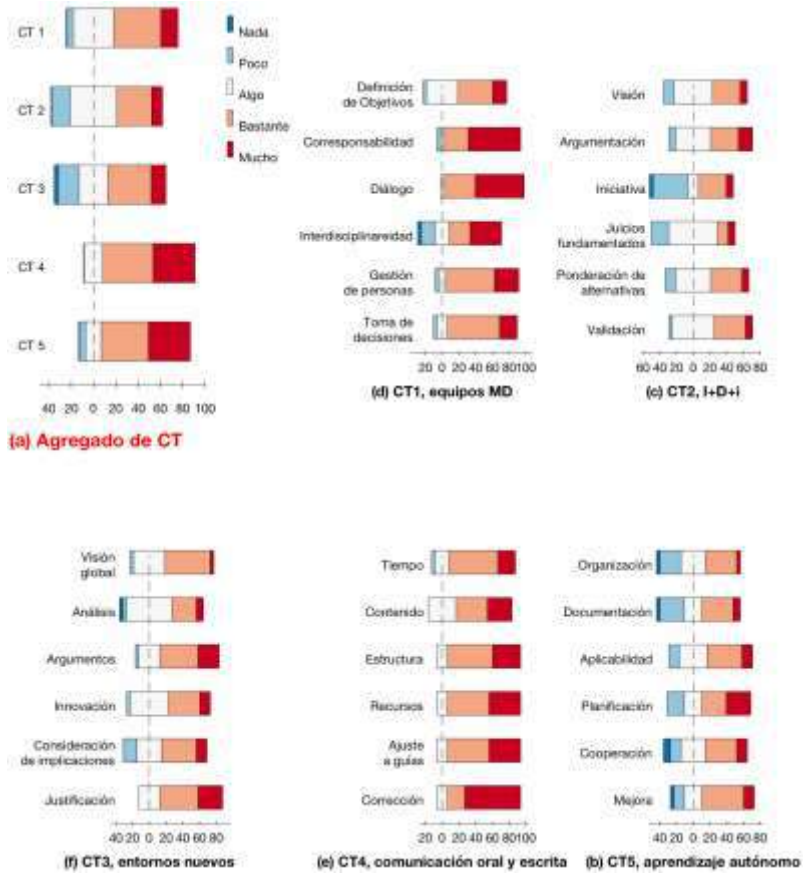


Figura 1.Resumen de las encuestas del alumnado sobre la percepción subjetiva del nivel de desarrollo de las competencias transversales, y el desglose de las 6 cuestiones por competencia.

ISBN: 978-84-09-02970-9

En las 5 gráficas (b) a (f) se presenta el resultado por cuestiones para cada CT. En estas gráficas puede observarse la percepción que tiene el alumnado sobre el grado de adquisición de las capacidades asociadas a cada competencia. Se comprueba que la adquisición de capacidades relacionadas con el aprendizaje autónomo, en la gráfica (b), es la que presenta el mayor número de respuestas con valores de "1-nada". El alumnado percibe carencias en relación a la capacidad para plantear iniciativas propias en temas de I+D+i, gráfica (c), la capacidad para trabajar en grupos multidisciplinares, gráfica (d), y la capacidad para analizar adecuadamente los retos asociados a problemas nuevos, gráfica (f). En la gráfica (e) aparecen las respuestas con valores más altos, reflejando que el alumnado considera haber adquirido adecuadamente las capacidades asociadas a la CT de comunicación oral y escrita.

Para analizar el nivel de consenso de las respuestas recibidas en cada pregunta se mide la dispersión de los valores obtenidos mediante un coeficiente de consenso. El coeficiente de consenso para una pregunta *X* se puede definir para escalas categóricas (Tasle 2007) como:

$$Cons(X) = 1 + \sum_{i=1}^{5} p_i \log_2 \left(1 - \frac{|X_i - \mu_x|}{4}\right),$$

en el que el índice i indica el nivel en la escala, $X_i = \{1,2,3,4,5\}$ son las posibles respuestas, p_i su probabilidad, y μ_x la media de las respuestas para la pregunta.

En la Figura 2 se presenta el grado de consenso de las 30 cuestiones en función del valor medio de su respuesta. Los datos pueden agruparse en tres tipos diferenciados, en función del grado de consenso y la percepción subjetiva de la adquisición de capacidades. En color rojo quedan reflejadas las capacidades sobre la que habría que trabajar prioritariamente con el alumnado, en color verde están aquellas capacidades que deberían mejorarse y en color azul están las que pueden considerase como suficientemente trabajadas.

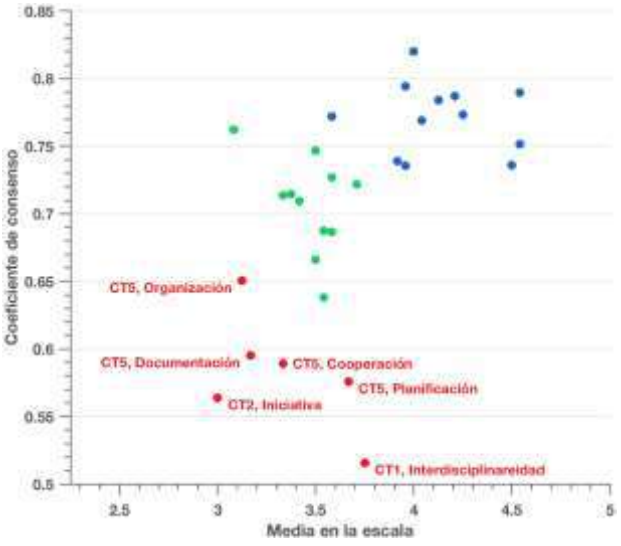


Figura 2. Análisis de percepción personal y dispersión por cuestión.

ISBN: 978-84-09-02970-9

5. Conclusiones

Se ha presentado una actividad diseñada para el desarrollo y la evaluación integral de las cinco competencias transversales del máster en Ingeniería de Telecomunicación de la UPV/EHU. Además de la adaptación de tres asignaturas obligatorias de primer curso (cada una correspondiente a una especialidad) para la realización por parte del alumnado de un sistema de comunicaciones complejo, se ha diseñado una encuesta para la evaluación del grado de adquisición de dichas competencias transversales.

Los resultados de la primera etapa de las dos que componen la actividad diseñada, revelan que el alumnado se auto-asigna una puntuación media global de 3,74 sobre 5 como nivel de adquisición de las cinco competencias transversales al inicio de la misma. La competencia que consideran mejor adquirida a lo largo de su formación es la relativa a la comunicación oral y escrita, y la que peor, la de dirección de proyectos de I+D+i. Estos datos confirman el interés de la propuesta de una actividad conjunta para la realización de un proyecto con contenido de I+D y sirve de orientación para la preparación de actividades enfocadas a reforzar la adquisición de aquellas competencias que consideran peor adquiridas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo y la financiación del Proyecto de Innovación Educativa 2019-20 por el Servicio de Asesoramiento Educativo (SAE/HELAZ) del Vicerrectorado de Innovación, Compromiso social y Acción cultural de la UPV/EHU.

Referencias

Alsina J., Argila A., Aróztegui M., Arroyo FJ., Badia M., Carreras A., Colomer M., Gracenea M., Halbaut L., Juárez P., Llorente F., Marzo L., Mato M., Pastor X., Peiró F., Sabariego M., Vila B. (2013). *Rúbricas para la evaluación de competencias*. Cuadernos de docencia universitaria, ICE Universidad de Barcelona, Ediciones Octaedro SL, Barcelona. 70 pp.

Bermejo F., Pedraja MJ. (2008). La evalaución de competencias en el ABP y el papel del portafolio. El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. Ed. Universidad de Murcia. 91- 111.

Irusta U., Durana G., Navas E., Ruiz de Gauna S., Ordiales JL., Vélez M., Zubía J., Ibarrola E. (2017). *Modelo de congreso científico para la adquisición y evaluación de las competencias transversales en un Máster de Ingeniería*. Libro de actas 25 CUIEET, 219-228.

Shuman L., Besterfield-Sacre M., McGourty J. (2005). The ABET "professional skills" Can they be taught? Can they be assessed?. *Journal o f Engineering Education*, 94 (1), 41-55.

Tasle W.J., Wierman M. J (2007). Consensus and dissention : A measure of ordinal dispersion. *International Journal of Approximate Reasoning, 45*, 531-545.

Villa A., Poblete M., dirs (2007). *Aprendizaje basado en competencias*, ICE Universidad de Deusto, Ed. Mensajero, Bilbao. 333 pp.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Evaluación de la competencia transversal de pensamiento crítico en el contexto de la ingeniería mecánica

J. Giner-Navarro[1a], A. Sonseca[2a], J. Martínez-Casas[3a], J.L. Suñer Martínez[4a]
[1]juanginer@upv.es ; [2]agsonol@posgrado.upv.es ; [3]jomarc12@mcm.upv.es ; [4]josuner@mcm.upv.es

[a]Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 València.

Abstract

The international accreditation of the programmes for the masters' and bachelors' degrees offered at our university, together with the demands of the employers, have made it clear that the students' curricula should specify not only what they have studied, but also what they are actually able to do. Although, in the recent years the competence based curricula approach has been used in the development of the new masters' and bachelors' degree programmes within the European Higher Education Area, the assessment of the generic competences is still a pending matter. This work presents an 'outcomes' approach for the assessment of the capacity for critical thinking within subjects related to mechanical engineering. In particular, this paper proposes a methodology in order to quantify the level of achievement and shows one tool developed for that purpose. The tool is based on the evaluation of some learning outcomes that can be observed by asking the students about different issues related to the contents of the course. Conclusions about preliminary results and the difficulties found to create this tool are also described here.

Keywords: *generic competences, critical thinking, assessment, learning outcomes*

Resumen

La acreditación internacional de los programas de Máster y Grado ofrecidos en la Universitat Politècnica de València, junto a las demandas habituales de las empresas en el sector de la ingeniería, han dejado clara la necesidad de especificar en los planes de estudio no sólo las asignaturas que los estudiantes han cursado, sino también sus habilidades y capacidades específicas. Si bien en los últimos años se ha actualizado el enfoque hacia un currículum basado en competencias en el desarrollo de los nuevos programas de Máster y Grado

ISBN: 978-84-09-02970-9

dentro del Espacio Europeo de Educación Superior, la evaluación de las competencias transversales sigue siendo un tema pendiente. Este artículo presenta la experiencia desarrollada en la evaluación de la competencia de pensamiento crítico en la asignatura de Mecánica en el Grado Aeroespacial. En particular, este documento propone una metodología para cuantificar el nivel de competencia al margen de las notas de teoría y práctica de la asignatura. La herramienta se basa en la evaluación de algunos resultados de aprendizaje que se pueden observar al preguntar a los alumnos sobre diferentes temas relacionados con los contenidos del curso. Las conclusiones sobre los resultados preliminares y las dificultades encontradas en el diseño de la herramienta de evaluación también se describen aquí.

Palabras clave: *competencias transversales, pensamiento crítico, evaluación, resultados de aprendizaje.*

1. Introducción

Dentro del Espacio Europeo de Educación Superior, se está haciendo un gran esfuerzo para reorientar el proceso de aprendizaje hacia las competencias transversales, cuya importancia en los planes de estudio de los estudiantes está fuera de toda discusión. La mayoría de los marcos de educación superior en el mundo incluyen competencias transversales en sus programas (Young y Chapman, 2010; Sursock y Smidt, 2010). Se reconoce que estas habilidades son críticas para la inserción de los estudiantes al mundo laboral, de modo que puedan contribuir a la prosperidad social y al tiempo mejorar sus posibilidades económicas individuales (Rieckmann, 2012; Kelly, 2001). Permiten evaluar las habilidades técnicas, profesionales y de trabajo en equipo más allá de las asignaturas del programa de estudio, lo que se valora especialmente las empresas para evaluar la idoneidad de sus candidatos (Agten, 2007). Además, estas competencias transversales también son de gran interés para que las universidades promuevan la movilidad de los estudiantes sobre la base de criterios y metodologías de evaluación comparables (Andrews y Higson, 2008). Estas metodologías de evaluación, a pesar de todo, sigue siendo un tema en investigación (Zlatkin-Troitschanskaia, Shavelson y Kuhn, 2015).

Por lo tanto, como parte de este marco educativo europeo, la Universitat Politècnica de València (UPV) ha desarrollado programas especiales para definir claramente las competencias específicas y transversales para cada uno de sus títulos de Máster y Grado, así como para las asignaturas que los conforman (UPV, 2014). En este sentido, el uso de metodologías activas orientadas al aprendizaje se está introduciendo en nuevos programas en contraste con el método de enseñanza basado en lecciones magistrales en el que se ha sustentado tradicionalmente el sistema universitario. De esta manera, se favorece el desarrollo de las competencias mediante actividades de evaluación en las que los estudiantes han de emplear sus habilidades específicas relacionadas con la asignatura.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Con estos antecedentes, es evidente la necesidad de adaptar las metodologías de evaluación de competencias en función de la disciplina académica en la que se aplicarán. La UPV ha definido 13 competencias transversales clave (UPV, 2014) que integran diferentes competencias instrumentales e interpersonales, utilizando la convención de nombres del proyecto Tuning (Tuning Project, 2014). Para este trabajo se ha implementado una metodología desarrollada para la evaluación de la competencia transversal CT9: "Pensamiento crítico". Es una competencia difícil de definir, cuya denominación puede variar desde "Capacidad autocrítica" (Palma, de los Ríos y Miñán, 2011) a "Razonamiento crítico" (ABET Engineering Accreditation Commission, 2009; Edwards, Sánchez y Sánchez, 2009). Esta competencia se probó en una asignatura de Mecánica del 2º año de Grado en Ingeniería Aeroespacial.

Para facilitar la evaluación de las competencias transversales, nuestra universidad ha establecido tres niveles diferentes de desarrollo para cada competencia, desde el 1er y 2º año de Grado (Nivel 1), 3er y 4º año (Nivel 2) hasta Máster (Nivel 3). La complejidad de los resultados de aprendizaje asociados a estas competencias aumenta con estos niveles (UPV, 2014). Para el Nivel 1, que corresponde a nuestro caso, el principal resultado de aprendizaje que define la competencia de pensamiento crítico se expresa como: "*Muestra de una actitud crítica hacia la realidad, pudiendo analizar y cuestionar información, resultados, conclusiones y otros puntos de vista*". Los indicadores correspondientes son: I1) Mostrar una actitud crítica hacia la realidad: preguntarse el porqué de las cosas; I2) Profundizar un tema con lógica e imparcialidad, contrastando información en fuentes confiables; I3) Diferenciar los hechos de las opiniones, interpretaciones o evaluaciones; I4) Prever las consecuencias (implicaciones prácticas) de las decisiones.

Esta competencia está conectada con la capacidad de aplicar procesos lógicos y racionales para analizar las distintas partes de un problema y pensar creativamente para generar soluciones innovadoras. De acuerdo con la definición adoptada en el proyecto institucional de la UPV, se trata de desarrollar un pensamiento crítico interesado en los fundamentos en los que se basan las ideas, acciones y juicios, tanto propios como ajenos. El pensamiento crítico va más allá de las habilidades del análisis lógico, ya que implica cuestionar los supuestos subyacentes en nuestras formas habituales de pensar y actuar y, en base a ese cuestionamiento crítico, estar preparado para pensar y actuar de manera diferente. El pensamiento crítico es el pensamiento de las preguntas: ¿por qué las cosas son así?, ¿por qué las cosas no pueden ser de otra manera?, ¿por qué crees que son así?... En consecuencia, diremos que el estudiante la ha desarrollado en la medida en que se pregunta a sí misma sobre las cosas y está interesada en los fundamentos de las ideas, acciones, evaluaciones y juicios.

2. Metodología

En línea con la situación descrita anteriormente, los autores consideraron que las sesiones de prácticas informáticas eran un buen escenario para evaluar la competencia en estudio. A lo largo de estas sesiones, los estudiantes aprendieron a usar ADAMS/View©, un software de

ISBN: 978-84-09-02970-9

simulación dinámica para el diseño e implementación de mecanismos, así como para el análisis de sus dinámicas y tensiones.

Para la evaluación de las competencias mencionadas en este contexto, se propuso realizar un cuestionario con preguntas abiertas. Estas preguntas están diseñadas para estimular el pensamiento crítico, tratando de alentar al estudiante a hacer juicios de valor y sacar sus propias conclusiones respecto al del software utilizado en las sesiones de prácticas. Se pretende promover la originalidad de las respuestas más allá del conocimiento técnico adquirido, planteando nuevos casos para que valoren las ventajas y desventajas de implementarlos en el software dinámico. Los estudiantes tuvieron 15 minutos para completar el cuestionario, suficiente para responder con calma a cada una de las preguntas. El cuestionario fue entregado en la última sesión, siguiendo el formato de la Tabla 1:

Tabla 1. Herramienta de evaluación: cuestionario abierto

1.	*"As the world's most famous and widely used Multibody Dynamics (MBD) software, ADAMS improves engineering efficiency and reduces product development costs by enabling early system-level design validation. Engineers can evaluate and manage the complex interactions between disciplines including motion, structures, actuation, and controls to better optimize product designs for performance, safety, and comfort. Along with extensive analysis capabilities, ADAMS is optimised for large-scale problems, taking advantage of high performance computing environments."* ¿Con qué afirmaciones del texto coincides más y con cuáles discrepas? Argumenta tus motivos.
2.	Explica cuáles son, en tu opinión, las ventajas e inconvenientes de emplear ADAMS/View© para resolver un problema de tiro parabólico con rozamiento del aire.
3.	¿Qué parámetros consideras más importantes para llevar a cabo un análisis dinámico correcto? ¿Por qué?
4.	¿Cuáles son, desde tu punto de vista, los factores que pueden hacer que los resultados numéricos se alejen de las medidas reales?

Una vez descrita la actividad y la herramienta de evaluación, se detalla la metodología seguida para determinar el nivel de logro de la competencia. El diseño de los 4 ítems anteriores se ha basado en los resultados de aprendizaje proporcionados por la Tabla 1, como se justifica a continuación.

Ítem 1. La primera pregunta requiere evaluar un texto promocional del software, requiriendo que se justifique con qué afirmaciones se está o no de acuerdo en relación a su experiencia.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Este ítem implica cuestionar los supuestos subyacentes y pide a los estudiantes que diferencien entre hechos objetivos e interpretaciones.

Ítem 2. La segunda plantea el problema del tiro parabólico considerando la fricción del aire, un problema resuelto analíticamente en las sesiones teóricas. Permite evaluar el proceso de resolución de problemas para un problema con múltiples soluciones, lo que requiere la justificación de la metodología utilizada.

Ítem 3. En la tercera pregunta, se les pide a los estudiantes que elijan los parámetros clave para resolver casos dinámicos, especialmente aquéllos que consideran cruciales para el análisis.

Ítem 4. La última se centra en las causas de las divergencias entre los resultados numéricos y las mediciones reales, alentando a los estudiantes a tomar una perspectiva crítica respecto a las hipótesis consideradas durante el proceso de modelado.

Cada ítem puntúa del 0 a 10, promediándolos con el mismo peso para obtener la calificación total del cuestionario, con una puntuación máxima de 10 puntos.

3. Resultados

Ítem 1. La pregunta ha generado respuestas que cuestionan la facilidad del uso y la flexibilidad del software en algunas circunstancias específicas. Se ha valorado positivamente aquellas respuestas que cuestionan su rendimiento para problemas a gran escala, ya que no tienen experiencia abordando este tipo de problemas en las sesiones de prácticas.

Ítem 2. Algunos estudiantes muestran sus reservas al respecto de si, para un estudio preliminar, el tiempo invertido en el modelado con el software es rentable, pudiendo resolver el problema analíticamente. Por otro lado, algunas de las respuestas consideran que el modelado de la fricción con el aire no es simple y escapa a sus conocimientos adquiridos. La pregunta abrió un debate sobre la forma más óptima de abordar un problema en el que las fuerzas aerodinámicas condicionan completamente la trayectoria del cuerpo en estudio.

Ítem 3. Aunque el rigor y adecuación de las respuestas se han tenido en cuenta, los autores consideran que esta pregunta no ha logrado poner el foco en la competencia en estudio. Casi todos los estudiantes se limitan a enumerar los parámetros que son útiles respecto a las entidades requeridas por el software más allá de un criterio que justifique su importancia. Por tanto, no se han encontrado muchas respuestas que impliquen ningún tipo de valoración o criterio diferencial. Para los próximos cursos, se reconsiderará este ítem.

Ítem 4. La última pregunta ha generado una mayor diversidad en las respuestas en comparación con las anteriores al evaluar los factores que pueden causar divergencias entre los resultados numéricos y las mediciones reales. Aunque algunos estudiantes se han centrado en la precisión numérica del software en la integración temporal, la mayoría ha considerado que la disipación de energía real es difícil de ajustar a los modelos implementables mediante software, entendiendo que los resultados serán una aproximación al comportamiento real del

ISBN: 978-84-09-02970-9

sistema modelado. Hubo una notable variedad de respuestas a este respecto, con argumentos sobre la mesa de mucho interés. La Fig. 1 recopila el promedio obtenido para cada ítem, obteniendo un 6.74 de promedio global como se indica a continuación en la Tabla 2. Este valor está más cerca de las notas de teoría y global que el indicador por observación, que se ajusta mejor al promedio de la nota de prácticas.

Tabla 2. Valores promedio y desviación deglosados

	Cuestionario	Prácticas	Teoría	Global
Promedio	6.74	7.67	4.76	5.56
Desviación	*1.59*	*1.66*	*2.11*	*1.82*

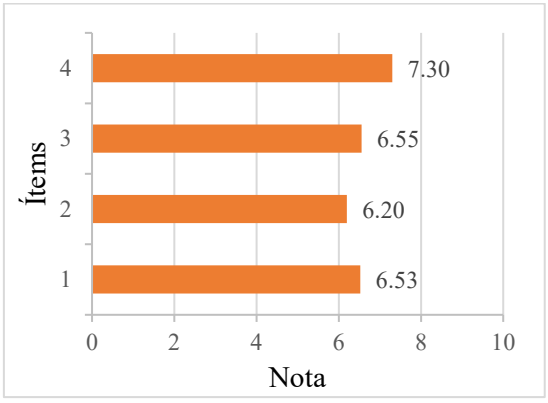


Figura 1 Puntuaciones medias de los diferentes ítems del cuestionario

Los resultados del cuestionario han sido analizados y comparados con las calificaciones de prácticas y teoría (examen) de 116 estudiantes matriculados en la asignatura. Se observa que una puntuación alta en el cuestionario es indicativo de un buen desempeño en las sesiones prácticas y el examen, como se muestra en las tendencias mostradas por la Fig. 2. La correlación es más clara entre el cuestionario y el examen de teoría como evidencia el escaso 27% de estudiantes fuera del rango de 2 puntos trazado en la Fig. 2(b), que es inferior al 35% obtenido para la nota de prácticas (Fig. 2(a)). Esta correlación satisfactoria con las notas de teoría permite deducir que el pensamiento crítico es una habilidad importante para abordar la asignatura, aunque no es la único, ya que requiere de un proceso lento y estructurado de adquisición e interiorización de conceptos complejos introducidos en las clases de teoría. Otras competencias transversales como pueden ser las de "Comprensión e integración", "Aplicación y pensamiento práctico" y "Análisis y resolución de problemas" desempeñan un papel fundamental para preparar la asignatura y adquirir las habilidades requeridas en el examen teórico, en el que se plantean problemas dinámicos con una fuerte carga matemática.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Así pues, consideramos que n este tipo de problemas el pensamiento práctico es más importante que el crítico, a pesar de la correlación significativa observada con la competencia de pensamiento crítico.

Es interesante señalar ciertos resultados anómalos recogidos en la Fig. 2(b), en los cuales las notas más altas en el examen teórico tuvieron resultados deficientes en el cuestionario (inferior a 5), y algunos estudiantes con más de 7.5 en el cuestionario obtuvieron menos de 2 puntos en el examen.

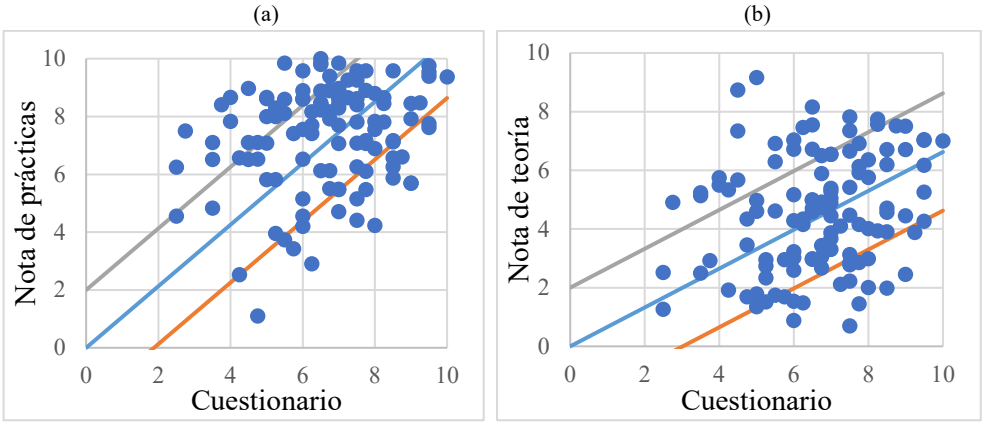


Figura 2 Comparación entre la herramienta de evaluación del cuestionario de 4 elementos y: (a) prácticas, (b) teoría

4. Conclusiones

Se ha definido una metodología para llevar a cabo la evaluación de la competencia de pensamiento crítico entre estudiantes de grado en la asignatura de Mecánica. La naturaleza matemática y procedimental de la asignatura lleva a deducir que las competencias que afectan el pensamiento práctico y el análisis y la resolución de problemas pueden ser más apropiadas para establecer una correlación con las calificaciones de los estudiantes. De ahí la necesidad de un diseño apropiado de la herramienta de evaluación para la evaluación específica de la competencia en estudio, de la manera más aislada posible, sin considerar ninguna extrapolación directa con las notas de las prácticas o del examen teórico.

Se propone un cuestionario de 4 ítems como herramienta de evaluación en el que el estudiante debe ir más allá de las habilidades técnicas adquiridas durante las sesiones de prácticas y cuestionarse los supuestos subyacentes, dando respuestas críticas basadas en su propia experiencia con el software empleado. Este cuestionario ha sido diseñado para cubrir los resultados de aprendizaje a través de los indicadores y descriptores de la rúbrica desarrollada por la UPV, con una puntuación de 0 a 10 puntos.

Estos resultados muestran una cierta correlación (mayor de la esperada) entre la competencia y las notas de teoría y de prácticas, lo que indica que el pensamiento crítico desempeña un

ISBN: 978-84-09-02970-9

papel significativo en las habilidades que los estudiantes necesitan para superar la asignatura. Sin embargo, la tendencia encontrada no es suficiente para inferir a partir de dichos notas el grado de desempeño en pensamiento crítico, concluyendo que se necesitan metodologías específicas cuidadosamente diseñadas para evaluar esta competencia transversal.

Agradecimientos

Los autores reconocen la contribución financiera de la Universitat Politècnica de València a través del proyecto PIME/2018/DPTO. IMM.

Referencias

ABET Engineering Accreditation Commission. (2009). *Criteria for Accrediting Engineering Programs. Effective for evaluations during the 2010-2011 accreditation cycle*. Recuperado de https://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/criteria-eac-2010-2011.pdf

Agten, J. (2007). *Bologna as a frame for Competence Based Learning and Supervision? Katholieke Hogeschool Kempen*. Recuperado el 29 de septiembre de 2015 de http://www.eassw.org

Andrews, J. y Higson, H. (2008). Graduate employability, 'Soft skills' versus 'Hard' business knowledge: A European study. *Higher Education in Europe*, *33*, 411-422.

Edwards, M., Sánchez-Ruiz, L.M. and Sánchez-Díaz, C. (2009). Achieving Competence-Based Curriculum In Engineering Education In Spain. *Proceedings of the IEEE*, *97*, 1727-1736.

Kelly, A. (2001). The evolution of key skills: towards a tawney paradigm. *Journal of Vocational Education & Training*, *53*(1), 21-36. doi: 10.1080/13636820100200149

Palma, M., de los Ríos. I. y Miñán, E. (2011). Generic competences in engineering field: a comparative study between Latin America and European Union. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *15*, 576-585.

Rieckmann, M., (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning?. *Futures*, *44*, 127-135.

Sursock, A., y Smidt, H. (2010). *Trends 2010: A decade of change in European higher education*. Bruselas, Bélgica: European University Association.

Tuning Project. (2014). *Tuning General Brochure*. Recuperado el 22 de julio de 2014 de http://www.unideusto.org/tuningeu/documents.html

UPV, Universitat Politècnica de València. (2014). *Competencias Transversales*. Recuperado de http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/

Young, J., y Chapman E. (2010). Generic competency frameworks: A brief historical overview. *Education Research and Perspectives*, *37*(1), 1-24.

Zlatkin-Troitschanskaia, O., Shavelson, R.J., y Kuhn C. (2015). The international state of research on measurement of competency in higher education. *Studies in Higher Education*, *40*(3), 393-411. doi: 10.1080/03075079.2015.1004241.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Los proyectos ApS y el aprendizaje competencial del estudiante

S. Blanc-Clavero[a] y D. Gil-Salom[b]
sablacla@disca.upv.es [a]; dagil@idm.upv.es [b]

[a] Dpto. de Informática de Sistemas y Computadores, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera, s/n, 46022, Valencia, España
[b] Dpto. De Lingüística Aplicada, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera, s/n, 46022, Valencia, España

Abstract

The present work includes a comparative study between two different subjects, "Academic and professional German A1" and "Planning and direction of IT projects" with students of two different academic levels, degree and master, who carried out Service-Learning projects as part of the course curriculum. The research focuses on the response by the students regarding the development of professional skills during the achievement of the projects. To that end, the same survey was conducted with Likert-type values in both groups. The results allow us to affirm that Service-Learning, as a learning methodology, allows us to promote social responsibility, collaborative work and the application of what is being learned.

Keywords: *professional skills, service learning, social engagement, higher education*

Resumen

El presente trabajo recoge un estudio comparativo entre dos asignaturas distintas, "Alemán académico y profesional A1" y "Planificación y dirección de proyectos TI" con alumnado de dos niveles académicos diferentes, grado y máster, que llevaron a cabo proyectos de Aprendizaje Servicio como parte del currículo. La investigación se centra en la respuesta por parte del alumnado respecto al desarrollo de competencias profesionales durante la consecución de los proyectos. Para ello, se llevo a cabo la misma encuesta con valores de tipo Likert en ambos grupos. Los resultados permiten afirmar que el Aprendizaje Servicio, como metodología de aprendizaje, permite potenciar la responsabilidad social, el trabajo colaborativo y la aplicación de lo que se está aprendiendo.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Palabras clave: *competencias profesionales, aprendizaje servicio, compromiso social, educación superior*

1. Introducción

El presente trabajo se centra en el análisis e interpretación de la visión que tiene el estudiante respecto a dos factores esenciales en su formación: sus competencias transversales y sus valores como ciudadano y ser humano. Según nos muestra la literatura referente al desarrollo de competencias profesionales (Tejada & Ruiz, 2016; Lluch et al., 2017) por una parte, y a la puesta en marcha y consecución de proyectos de Aprendizaje Servicio (ApS), por otra (Tapia, 2010; Puig et al. 2009), la implementación de este tipo de proyectos, permitirá activar aptitudes y actitudes propias de personas comprometidas y buenos ciudadanos, con valores cívicos, éticos y tolerantes.

El estudio está contextualizado en dos asignaturas: la primera es la asignatura optativa Alemán académico y profesional A1, la cual se oferta para el alumnado del Grado de Ingeniería Informática en la ETSINF dentro del módulo de Formación Complementaria en segundo y cuarto curso; la segunda es Planificación y dirección de proyectos TI, asignatura de carácter obligatorio en primer curso del Máster en Ingeniería Informática (MUIINF) de la ETSINF.

El ApS es una metodología ya implantada en la Educación Superior, que permite aprender ayudando, combina el aprendizaje de una disciplina con el servicio a la comunidad. No se trata de realizar un voluntariado, puesto que en el voluntariado solamente existe ese objetivo: ayudar de forma desinteresada. Sin embargo, en el ApS se trata de conseguir dos objetivos, prestar un servicio y aprender durante la prestación del mismo. En palabras de Batlle (2011): "es una propuesta educativa que combina procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en un único proyecto bien articulado en el que los participantes aprenden a la vez que trabajan en necesidades reales del entorno con la finalidad de mejorarlo." Al ser un proyecto de aprendizaje ha de estar planificado, estructurado y evaluado. Para completar el proyecto es necesaria también una reflexión constante para que el aprendizaje sea eficaz y para valorar su aplicación y poder mejorarlo en proyectos posteriores.

Antes de pasar a describir el desarrollo de los proyectos, conviene revisar el concepto de Responsabilidad Social Universitaria (RSU), principio directamente relacionado con el ApS. En la Educación Superior, no solamente se debe aprender ciencia, tecnología, filosofía, etc. hay que aprender también a ser responsable y respetuoso con los demás, con el medio ambiente, en definitiva, con nuestro entorno. Estos valores son responsabilidad también de la universidad, que debe formar ciudadanos conscientes de las desigualdades, injusticias, peligros y desequilibrios existentes para intentar remitirlos, en la medida de lo posible. La RSU es una tarea que viene recogida en CRUE 2015, donde se establece que las universidades

ISBN: 978-84-09-02970-9

favorecerán prácticas de responsabilidad social y ciudadana que combinen aprendizajes académicos en las diferentes titulaciones con la prestación de servicios a la comunidad, orientadas a la mejora de la calidad de vida y la inclusión social.

Asimismo, el Real Decreto 1027/2011 de 15 de julio, modificado por el Real Decreto 96/2014, de 14 de febrero, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior, conocido como MECES, tanto a nivel de Grado como a nivel de Máster, prevé como un resultado de aprendizaje la capacidad de los estudiantes de hacer reflexiones de naturaleza ética en su campo de estudio. La previsión de resultados de aprendizaje de esta naturaleza supone concebir a la Universidad también como un espacio de aprendizaje ético y la necesidad de definir estrategias, como el ApS, que lo hagan posible.

En consecuencia, en cualquier disciplina y en cualquier asignatura debería ser posible facilitar estas estrategias y competencias para permitir desarrollar estos valores. En la asignatura de Alemán académico y profesional también podrían, por tanto, ponerse en marcha proyectos que desarrollarán estas destrezas y actitudes. Experiencias previas y en otros contextos de aprendizaje lingüístico (García Ortiz, 2013; Burgo, 2016; Salgado-Robles, 2014) muestran su viabilidad para aprender la lengua extranjera y prestar ayuda en un mismo proyecto ApS. En el ámbito de la Gestión de proyectos, se encuentran estudios que recogen asimismo este carácter activo desde el punto de vista metodológico y social desde la perspectiva de la formación ética (Larson & Drexler, 2010; Dixon, 2011).

En ambas asignaturas, se diseñaron proyectos ApS para cubrir una deficiencia o necesidad determinada en la sociedad o comunidad. De este modo, pudieron ponerse en práctica competencias transversales que, en ocasiones, resulta difícil desarrollar en las aulas.

2. El Aprendizaje Competencial en el contexto del Aprendizaje por Servicio

Una de las grandes preocupaciones a la hora de implementar los títulos de ingeniería es cómo acomenter el aprendizaje competencial. Cada asignatura adquiere relevancia dentro de una materia de una titulación por su compromiso en transmitir contenidos y conocimientos con un enfoque competencial.

Las competencias son complejas ya que no se focalizan en un contenido, sino en una capacidad que incluye también habilidades y actitudes frente al trabajo.

Además de las competencias definidas para cada título y que implican una materia de conocimiento, la Universitat Politècnica de València impulsa un programa dedicado al aprendizaje y evaluación de competencias profesionales generales, llamadas transversales[1].

[1] http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/

ISBN: 978-84-09-02970-9

El programa incluye 13 apartados competenciales descritos como sigue : Comprensión e Integración; Aplicación Práctica; Resolución de Problemas; Creatividad, Innovación y Emprendimiento; Diseño y Proyecto; Trabajo en Equipo; Ética; Comunicación Efectiva; Pensamiento Crítico; Conocimiento de Problemas Contemporáneos y de los Objetivos de Desarrollo y Sostenibilidad; Aprendizaje Permanente; Gestión Efectiva del Tiempo; e Instrumentación Específica.

Trabajar una competencia de este conjunto requiere necesariamente establecer unos indicadores que nos permitirán observar el nivel de adquisición de la misma. Estos indicadores, aunque en el programa se establecen de forma general, los tendremos que adaptar a la metodología que llevemos al aula.

Para la metodología ApS, se pueden establecer relaciones entre el trabajo que desarrollamos en nuestras actividades y cada una de las 13 competencias transversales en algún aspecto.

Así, trabajando en un proyecto, con el enfoque social que caracteríza al « servicio », el alumnado adquiere aspectos importantes relacionados con la profesión que les ayudan a formarse mejor como futuros ingenieros con criterio social.

En este trabajo hemos querido evaluar la percepción del alumnado en la adquisición de estos aspectos que consideramos significativos en su aprendizaje.

Por eso, tras realizar las correspondientes actividades, propuestas en el marco de dos asignaturas de los títulos de Ingeniería Informática, se pidió al alumnado que valorara 13 preguntas, una por competencia.

El Aprendizaje Servicio aúna diferentes metodologías didácticas y enfoques docentes que permiten al alumnado trabajar y adquirir competencias sociales y profesionales de forma práctica.

Así, siguiendo el modelo de Competencias Tranversales de la Universitat Politècnica de València , para cada uno de sus trece bloques competenciales, identificamos un resultado de aprendizaje relacionado con ApS. En el curso 2018-2019, los resultados identificados se presentaron a una muestra de 46 estudiantes, 21 de máster y 25 de grado, con el fin de que determinasen su nivel de adquisición tras finalizar un servicio y se enunciaban tal como sigue:

(1) Compresión e integración

“Trabajar con un proyecto real me ayuda más a comprender el problema al que me enfrento y planear una estrategia aponyándome en mis conocimientos”

(2) Aplicación práctica

“El hecho de que alguien externo a la asignatura espero algo de mí y confíe en que puedo proponerle una solución me motiva a aportar lo mejor de mí e implicarme en el trabajo”

ISBN: 978-84-09-02970-9

(3) Resolución de problemas

"Enfrentarme a este trabajo me ha motivado a buscar información, refrescar mis conocimienos, aprender cosas nuevas y compartirlas"

(4) Creatividad, innovación y emprendimiento

"Este trabajo me ha despertado el interés por proponer yo nuevas ideas, aplicaciones o herramientas que puedan ayudar en mi entorno, al medioambiente, a la sostenibilidad y valores sociales que considero importantes"

(5) Diseño y proyecto

"Soy consciente de que en este trabajo he asumido compromisos y los he realizado"

(6) Trabajo en equipo y liderazgo

"He sido capaz de aportar ideas y soluciones útiles al proyecto y que los demás las acepten"

(7) Ética y responsabilidad profesional

"Después de este trabajo soy más consciente de que a través de …… puedo crear e innovar por un futuro más humano y sostenible"

(8) Comunicación efectiva

"Con este trabajo me he tenido que esforzar para expresar mis ideas"

(9) Pensamiento crítico

"Durante el trabajo he aprendido a priorizar lo más importante de mis razonamientos y ordenar mis ideas para expresarme con claridad ante mis compañeros"

(10) Problemas contemporáneos y Objetivos de Desarrollo y Sostenibilidad

"Creo que ha sido satisfactorio utilizar mis conocimientos en …… para proponer una solución a un problema social real"

(11) Aprendizaje permanente

"Mi implicación en el proyecto me ha ayudado a adquirir y practicar habilidades que no sabía que tenía"

(12) Planificación efectiva del tiempo

"Me he esforzado en cumplir con mi responsabilidad para mostrar a ….. un trabajo bien hecho"

(13) Instrumentación específica

"Considero que los materiales que he diseñado y entregado han resultado útiles para …."

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Resultados

La experiencia se ha valorado en dos asignaturas de la Escola Tècnica d'Enginyería Informàtica. La primera asignatura, Alemán, se imparte en el Grado en Ingeniería Informática, mientras que la segunda, Planificación y Dirección de Proyectos, se imparte en el Máster Universitario de Ingeniería Informática.

El objetivo del estudio planteado es observar la percepción del alumnado sobre la adquisición de competencias profesionales cruzadas con aspectos relativos al compromiso social en la práctica de la profesión descritas en el apartado 2. Para ello, tras terminar con la experiencia planteada en cada asignatura, con una muestra similar en grado y máster, de entre 25 y 30 estudiantes, la Fig. 1 muestran las respuestas obtenidas, donde 1 es muy bajo y 5 es muy alto.

En general, podemos observar que la principal conclusión es que el alumnado percibe positivamente la actividad. Todas las respuestas obtienen una valoración alta, de 5 o 4.

Si comparamos las respuestas recibidas en ambas experiencias, donde Grado hace referencia a la asignatura de Alemán y Máster hace referencia a la asignatua de Planificación y Dirección de Proyectos, las compentecias 5, 6, 12 y 13 son las que reciben valoraciones más similares y positivas.

Se trata de un bloque de preguntas portables a cualquier experiencia. En general, muestran el resultado sobre la satisfacción personal y evidencian el esfuerzo y dedicación que el estudiante considera haber realizado.

En ambos casos, la satisfacción es alta aunque la dedicación al proyecto no es excesiva.

También encontramos similitudes en las respuestas 3, 8 y 11. Sin embargo, a diferencia del grupo de competencias anterior, este segundo grupo da resultados similares en ambas asignaturas pero con resultados centrados en valores intermedios (sobre el 4).

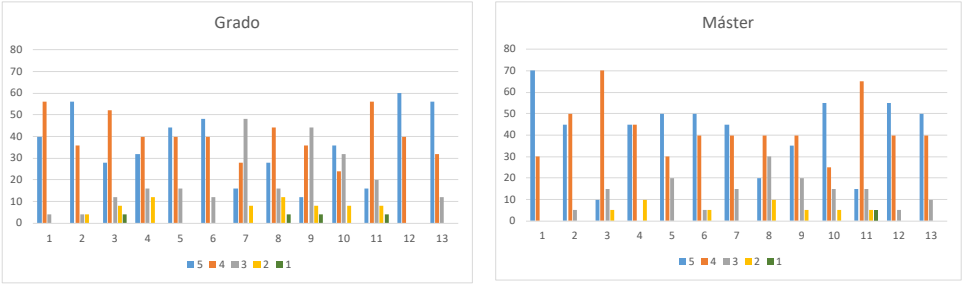


Figura 1. Respuestas del cuestionario del alumnado

El trabajo en grupo genera roles entre los estudiantes. Si hay libertad para formar los equipos y para autogestionarse el trabajo, es probable que cada estudiante del equipo tienda a realizar unas u otras tareas. No todos hacen lo mismo. Por tanto, preguntas sobre habilidades concretas o esfuerzos concentrados en tareas definidas, conllevarán necesariamente que algunos

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

estudiantes contesten muy positivamente y otros no. Este es el caso de las respuestas a las competencias 3, 8 y 11.

Otro grupo interesante es el formado por las competencias 1 y 2, donde las respuestas en cada grupo han sido claramente distintas comparando las dos asignaturas.

En este caso, el tipo de proyecto y, especialmente las relaciones e interactuación con los destinatarios del servicio, pueden condicionar la respuesta a estas competencias.

Otra competencia centrada en el 4 pero con tendencias distintas es la 9. La diferencia en los resultados de estas pregunta puede estar condicionado por la edad y madurez del alumnado, por sus experiencias anteriores trabajando en proyectos y con equipos de trabajo. El máster es una evolución del grado, y por tanto, algunas competencias, aunque aún no estén afianzadas, tienen una tendencia a la mejora.

Finalmente, las competencias que implican un compromiso social son el grupo 4, 7 y 10. En este bloque, los resultados son más positivos entre el alumnado de máster que el de grado. Podría no ser significativo, pero en general, lo que sí podemos observar es que si queremos transmitir conciencia social y que el estudiante perciba que es posible aplicar valores relacionados con el medioambiente y la sostenibilidad, será necesario mejorar el planteaniento de las actividades.

4. Conclusiones

El ApS se puede implementar en diversas actividades docentes y niveles. Por ejemplo, dentro de una asignatura, un trabajo fin de grado o fin de máster, una actividad extracurricular, etc. En el caso de implementarse en el marco de una asignatura, la metodología es similar al Aprendizaje basado en Proyectos, pero con el componente social al cual está enfocado este estudio. Los resultados nos indican que las competencias desarrolladas durante todo el proceso son sobre todo las indispensables para el trabajo colaborativo: compromiso, responsabilidad y sentirse útil.

Referencias

Batlle, R. (2011). Voluntariado y aprendizaje-servicio. Una metodología educativa que consiste en aprender haciendo un servicio a la comunidad. *Son de paz*, *1*, 3-6.

Burgo, C. (2016). Service-learning for students of Spanish: promoting civic engagement and Social justice through an exchange tutoring service. *Revista de Lingüística y Lenguas Aplicadas, 11*, 11-18.

Dewey, J. (2010). *Experiencia y educación*. Biblioteca Nueva Ed. Madrid. 125 pp.

Dixon, G. (2011). Service Learning and Integrated, Collaborative Project Management. *Project Management Journal, 42*(1), 42–58.

España. CRUE (2015). Institucionalización del Aprendizaje-Servicio como estrategia docente dentro del marco de la Responsabilidad Social Universitaria para la promoción de la Sostenibilidad en la

ISBN: 978-84-09-02970-9

Universidad. Disponible en https://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Recomendaciones%20y%20criterios%20tecnicos/2.%20APROBADA%20INSTITUCIONALIZACION%20ApS.pdf [12 de febrero de 2019]

García Ortiz, E.M. (2013). *Experiencias multiculturales con la metodología del aprendizaje-servicio en ELE: educación reglada y no reglada*. Actas del II Encuentro Internacional de profesores de ELE del Instituto Cervantes de Bruselas.

Larson E., Drexler J. A. (2010). Project Management in Real Time: A Service-Learning Project. *Journal of Management Education, 34*(4), 551–573.

Lluch L., Frenández-Ferrer M., Pons L., Cano E. (2017). Competencias profesionales de los egresados universitarios: estudio de casos en cuatro titulaciones *Revista Qurriculum*, *30*, 49-64.

Puig J.M., Batlle R., Bosch C., De la Cerda M., Climent T. Gijón M., Graell M., Martín X., Muñoz Á., Palos J., Rubio L. Trilla J. (2009). Aprendizaje Servicio (ApS) Educación y compromiso cívico. Graó. Ed. Barcelona. 168 pp.

Roldán V. B., Villanueva J. L., Álvarez C. M. (2012). Aprendizaje-servicio en lengua extranjera. Reflecting in English to aid community transformation: Proyecto REACT. II Jornada de Investigadores sobre Aprendizaje-Servicio. Disponible en http://www.clayss.org.ar/06_investigacion/jornadas/Libro_II-Jornada-Investigadores-Aprendizaje-Servicio/CIII-19_Roldan-Villanueva-Alvarez.pdf [5 de marzo de 2019]

Salgado-Robles F. (2014). Los efectos del aprendizaje-servicio en la adquisición de la variación regional por aprendices de español en un contexto de inmersión: el caso del leísmo vallisoletano. *Revista electrónica de lingüística aplicada 1*, 233-258.

Stollhans, S. (2016). Learning by teaching: developing transferable skills. En: E. Corradini, K.Borthwick and A. Gallagher-Brett (Eds), Employability for languages: a handbook (pp. 161-164). Dublin

Tapia, M.N. (2010). Calidad académica y responsabilidad social: el aprendizaje servicio como puente entre dos culturas universitarias. En: Miquel Martínez et al. Aprendizaje servicio y responsabilidad social de las universidades. Octaedro Ed. Barcelona.

Tejada J., Ruiz Bueno C. (2016). Evaluación de competencias profesionales en Educación Superior: Retos e implicaciones. *Educación XX1, 19* (1), 17-38.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Evaluación experimental de la Metodología Design Thinking en la mejora de la creatividad, trabajo en grupo y autoaprendizaje en Aplicaciones Gráficas de Diseño Indrustrial.

S. Vega[a] , P. Abad[b]
sandra.vega@ulpgc.es; pilar.abad@ulpgc.es
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Departamento de Cartografía y Expresión Gráfica en la ingeniería.

Abstract

The new information and communication technologies (ICT) currently available to us have changed the way in which students and teachers face the acquisition and transmission of knowledge, teaching methodologies must make appropriate use of available technology that enhances learning and teaching (TAC). Design Thinkin as a methodology uses techniques developed in creative areas to find the solution to a problem through observation, creativity and empathy within a context of network formation.

This article presents a research work carried out to evaluate experimentally the behavior of the use of the Design Thinking methodology with ICT and TAC support to encourage the generation of creative ideas, group work and self-learning in the Teaching-Learning process. The work seeks a realistic scenario for what was applied to the completion of tasks of the subject of Graphic Applications of the Degree of Engineering in Industrial Design and product development of the ULPGC. The results obtained indicate the improvement of all the stages in the accomplishment of the tasks when this methodology is followed.

Keywords: *Design Thinking,ICT,TAC, creativity.*

Resumen

Las nuevas tecnologías de la Información y comunicación (TIC) actualmente a nuestro alcance ha cambiado el modo en que los/las estudiantes y docentes se enfrentan a la adquisición y transmisión de conocimientos, las metodo-

ISBN: 978-84-09-02970-9

logías docentes han de hacer un uso adecuado de la tecnología disponible que potencie el aprendizaje y la enseñanza (TAC). El Design Thinking como metodología utiliza técnicas desarrolladas en áreas creativas para encontrar la solución a un problema mediante observación, creatividad y empatía dentro de un contexto de formación en red.

Este artículo presenta un trabajo de investigación realizado para evaluar de forma experimental el comportamiento del uso de la metodología Design Thinking con apoyo de TIC y TAC para fomentar la generación de ideas creativas, el trabajo en grupo y el autoaprendizaje en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje. El trabajo busca un escenario realista por lo que se aplicó a la realización de trabajos de la asignatura de Aplicaciones Gráficas del Grado de Ingeniería en Diseño industrial y desarrollo del producto de la ULPGC. Los resultados obtenidos indican la mejora de todas las etapas en la realización de los trabajos cuando se sigue esta metodología.

Palabras clave: *Design Thinking,TIC,TAC, creatividad.*

1. Introducción

En la sociedad actual se concibe la competencia profesional como el conjunto armónico de **conocimientos**, **cualidades** (resolución de problemas, trabajo en grupo, comunicación) y **actitudes** (creatividad, responsabilidad, espíritu de trabajo) (Schnarch, 1996*).*El Design Thinking es una filosofía de trabajo, que utiliza técnicas desarrolladas por diversas áreas creativas para encontrar la solución a un problema mediante la observación, la empatía y la creatividad dentro de un contexto grupal; esta metodología es de carácter activo e innovador y favorece el aprendizaje auto-regulado *(Brown, 2009,2010).*

El uso de las metodologías clásicas, pasivas, centradas en el profesor y en la transmisión de conocimientos deben dejar paso a otras metodologías, activas, centradas en el estudiante y dónde las cualidades y las actitudes también sean competencias que se adquieran a la vez que los conocimientos (apreciación de los autores), por lo que la aplicación a la enseñanza universitaria de una metodología basada en el Design Thinking permitirá resolver algunos de los problemas siguientes detectados en el aula:

- Falta de compromiso frente al desarrollo de trabajos y falta de confianza en las propias decisiones y opiniones (problema de autoaprendizaje).
- Confusión entre trabajo en grupo y división del trabajo (problema de trabajo en grupo).
- Bajo nivel de desarrollo creativo y bajo nivel de generación de ideas (problema de creatividad).

ISBN: 978-84-09-02970-9

El Design Thinking consta de 5 etapas en un procesos bidireccional donde se puede ir hacia adelante o hacia atrás cuantas veces sea necesario, en este trabajo se han adaptado dichas etapas a los procesos implicados en la realización de trabajos con el objetivo de poder medir experimentalmente si el uso de esta metodología mejora el resultado en la calificación final de la trabajo.

En la figura 1 muestra la adaptación de la metodología Design Thinking con las etapas en la realización de trabajos de aula.

ETAPAS DEL DESIGN THINKING	ETAPAS EN LOS TRABAJOS
OBSERVAR	DEFINICIÓN/ INVESTIGACIÓN
DEFINIR	INTERPRETAR EL FOCUS
IDEAR	IDEAR
	TOMA DE DECISIONES
PROTOTIPAR	CREACIÓN DE PROTOTIPOS
TESTEAR	IMPLEMENTAR

Figura 1. Adaptación de la metodología Design Thinking a las trabajos de aula

Fuente: el autor (2017)

2. Metodología

Para evaluar el uso de la metodología Design Thinking en la mejora del la creatividad, trabajo en grupo y autoaprendizaje se ha utilizado un grupo piloto de 18 alumnos/as de la asignatura de carácter obligatorio en el 2º curso del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del producto de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. La carga lectiva de la asignatura es de 56 horas presenciales y 75 horas de trabajo autónomo. La distribución de edades está comprendida entre 19 a 23 años.

Para el desarrollo de los trabajos, los/las alumnos/as disponen de diferente software enfocado a trabajar con las imágenes digitales, tanto en formato bit como en formato vectorial. Una vez adquiridos los conocimientos necesarios se propone el TRABAJO 1 a realizar de forma grupal utilizando la metodología clásica. Posteriormente se introduce la nueva metodología de Design Thinking y se propone el TRABAJO 2 a realizar por los mismos grupos.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Todas los trabajos deben cumplir los siguientes requisitos

- Ser dirigidos por los/las estudiantes (el grupo).
- Deben estar claramente definidos (con un inicio, desarrollo y un producto final)
- Temática real y relacionada con sus carrera.
- Contener los objetivos específicos que se encuentra en la guía docente
- Brainstorming
- Presentar un prototipo del mismo, bien en formato papel o digital
- Exposición de los trabajos para llevar acabo un feedback de los mismos (respuesta, reacción, retroalimentación).

Para cada trabajo habrá dos exposiciones principales. Una a la semana de haber comenzado la elaboración donde se expondrán las ideas generadas (se piden al menos 3 ideas) esta exposición servirá como feedback entre los demás grupos. La segunda exposición tendrá lugar al final de la elaboración de la trabajo, es aquí donde se evaluará la idea generada y su creatividad.

2.1 Evaluación

En cada trabajo se evaluarán los aspectos siguientes.

1. El Bocetado de la lluvia de ideas. Se valora que se ajuste a la definición de la trabajo y a la base de conocimientos adquirida en la resolución de la trabajo.
2. La Creatividad del trabajo. Se valora como una solución de un producto novedoso que suponga innovación ó bien se puede partir de un producto ya existente y mejorarlo.
3. Las posibilidades de realización. Se valora que la idea sea realizable a corto o medio plazo.

A cada aspecto se le asignará un nivel de logro numérico en una escala de 1-10 y literal tal y como aparece en la tabla 1. La descripción de la valoración para los niveles de logro se recogen en la tabla 2.

Tabla 1. Niveles de logro

NIVEL DE LOGRO	DESCRIPCIÓN
9-10	SOBRESALIENTE
7-8	NOTABLE
5-6	APROBADO

Fuente: el autor (2017)

ISBN: 978-84-09-02970-9

Tabla 2. Descripción de los niveles de logro

DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE LOGRO			
	SOBRESALIENTE	**NOTABLE**	**APROBADO**
LLUVIA DE IDEAS	Gran cantidad de ideas. Bocetos detallados.	Menos de 3 ideas. Bocetos básicos	Menos de 2 ideas. Bocetos no acorde
CREATIVIDAD DE LA TRABAJO	El grado de creatividad es alto y se valora su originalidad	No sorprende por su originalidad pero supone una novedad	No sorprende, ya que no aporta nada nuevo.
POSIBILIDAD DE REALIZA-CIÓN	El producto se puede realizar actualmente	El producto no se puede realizar, necesita pequeños cambios	El producto no se puede realizar necesita grandes cambios

Fuente: el autor (2017)

2.2 Trabajo 1: Cartel de Carnaval(Photoshop y Inskcape)

Para la realización del trabajo siguiendo la metodología clásica se facilita el enunciado del trabajo y unas pautas para llevar a buen término; las fases de que consta el trabajo y el material que tienen que generar, así como la mejor forma de distribuir el trabajo en el grupo. Posteriormente se distribuyen los roles y responsabilidades individuales dentro del grupo.

2.3 Trabajo 2: Animación(SketChup y Flash)

Para el abordaje de este segundo trabajo una vez enunciado, se introduce y aplica la metodología de Design Thinking. En la figura 2 se muestra a modo de resumen las pautas seguidas en cada uno de los ítem para la aplicación de la metodología en todo el proceso de aprendizaje así como las TIC y TAC utilizadas.

Destacar que los ítems 1,2,3 del desarrollo de los trabajos en este modelo de Design Thinking permiten valorar el autoaprendizaje, los ítems 4,5,6, la creatividad , el ítem 7 la posibilidad de realización de la idea final. Todos ellos permiten valora el trabajo en grupo.

Hay que tener en cuenta que aunque son trabajos diferentes se evalúan los mismo ítems en ambos.

ISBN: 978-84-09-02970-9

DT	TRABAJO	EVIDENCIAS DE LOS RESULTADOS	TIC/TAC
O B S E R V A R	**1.- Definición del problema:**	Glosario de términos. Planificación en formato .pdf	Glosario
	2.- Preparar la investigación:	Glosario de términos Base de conocimiento o Fuentes o Recursos o Quía de preguntas	Glosario Blog
DEFINIR	**3.-Interpretar el FOCUS**	Mapa de Conocimiento asociado	Trabajo: Mapas Conceptuales
IDEAR	**4. Idear**	Informe sobre las tres ideas seleccionada.	Google Docs
	5. Toma de decisiones	Refinar la idea principal seleccionada	Google Docs
PROTOTIPAR	**6. Prototipar**	Prototipo Inicial en el formato adecuado. Presentación en clase	Foro Taller
TESTEAR	**7.Implementar**	Prototipo final en el formato adecuado. Presentación en clase.	Foro Taller

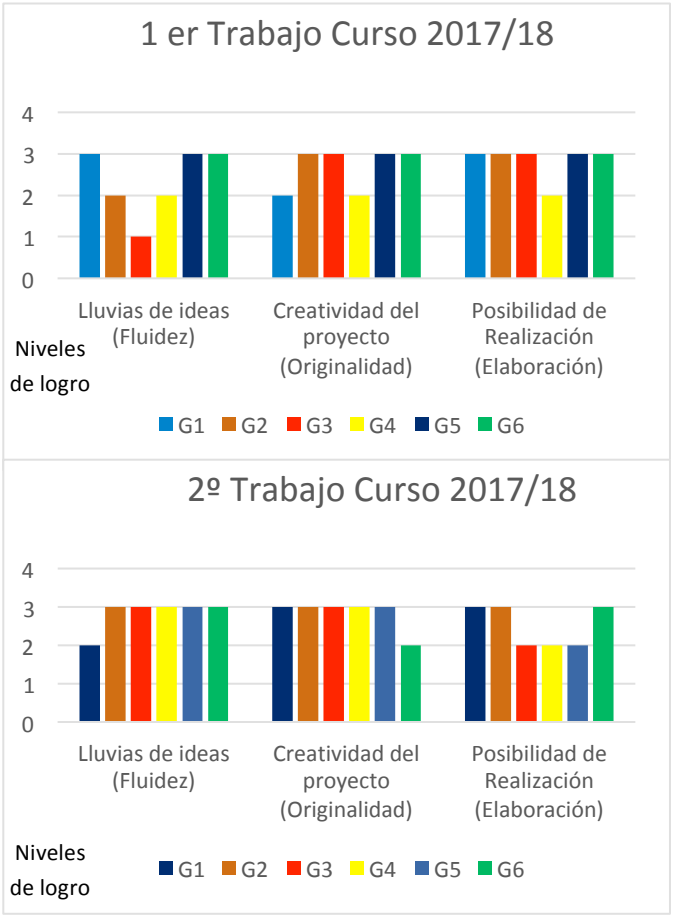
Figura 2. Pautas a seguir en cada ítem para la aplicación del Design Thinking

Fuente: el autor (2017)

3. Resultado

La figura 3 expone los resultados obtenidos durante el curso académico 17/18 . Se evaluó en función de los niveles de logro descritos anteriormente. El total de alumnos/as participantes fue de 18 distribuidos en 6 grupos de 3 personas.

ISBN: 978-84-09-02970-9



Fuentete:el autor (2017)

Figura 3. Resultados de los trabajos 1 y 2

Como se puede observar en la tabla 4 ha habido un incremento porcentual en el nivel de logro adquirido tanto en autoaprendizaje como en creatividad, valorado a través de la calificación de sobresaliente. En cuanto a la posibilidad de realización se ha detectado un ligero descenso. Consideramos que la aplicación de la metodología Design Thinking es aplicable en ambientes universitarios.

Tabla 4. Comparativa porcentual entre ambas metodologías

NIVEL DE LOGRO	METODOLOGÍA CLASICA			DESIGN THINKING		
	Autoaprendizaje	**Creatividad**	**Realización**	**Autoaprendizaje**	**Creatividad**	**Realización**
Sobresaliente	50%	66,66%	83,33%	83,33%	83,33%	50%
Notable	33,33%	33,33%	16,66%	16,66%	16,66%	50%
Aprobado	16,66%	0%	0%	0%	0%	0%

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Conclusiones

Del resultado obtenido podemos considerar que la metodología Design Thinking ha proporcionado valoraciones más altas en autoaprendizaje y creatividad en casi todos los grupos.

En cuanto a la mejora del trabajo en grupo, dado que no se evaluó explícitamente solo podemos aportar la experiencia subjetiva de una mayor organización que se refleja en los resultados finales.

Respecto de la dimensión valorada sobre la posibilidad de realización de los prototipos planteados en las trabajos, se aprecia un descenso cuando se utiliza la metodología de Design Thinking. Este comportamiento podría deberse a que la idea elegida para desarrollar el trabajo necesitaba más tiempo del que disponían y algunos grupos no tuvieron en cuenta ese detalle y no pudieron llevar a fin su idea.

Como trabajo futuro se están realizando experimentos test/ retest mediante la aplicación de los test de creatividad de Torrance (1996) con el objetivo de averiguar el nivel de creatividad de los alumnos antes y después de la aplicación de la metodología y que constituirá el cuerpo de una tesis doctoral.

Referencias

Schnarch A. (1996). *Nuevo producto. Creatividad, innovación y marketing*. McGrawHill Ed. Santafé de Bogotá ISBN 10: 9586005046 ISBN 13: 9789586005043, 127 pp.

Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation.* HarperBusiness. ISBN: 9780061766084

Brown, T., Wyatt, J. (2010). *Design Thinking For Social Innovation.*

DEO (2015) *Design Thinking for Educators*, http://www.designthinkingforeducators.com/

ISBN: 978-84-09-02970-9

Fomento de la metodología AICLE en estudios de Grado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva

M. García-Morales*[1], J. Mora-Macías*[2], J.L. Álvarez Macías, M.A. Delgado Canto, J.M. Domingo-Santos, J.C. Fortes Garrido, I. Garbayo Nores, D.A. López García, G. López Rodríguez, I. Martínez García, C. Roman, F. Segura Manzano, J.L. Bosch Saldaña, D. Carvajal Gómez, A.A. Cuadri Vega, J.M. Dávila Martín, J.M. Enrique Gómez, F.G. Cuevas, S. Gómez Melgar, F. López Baldovín, G. Márquez Martínez, A. Mena Nieto, B. Millan, E. Moreno Cuesta, M.J. Moreno López, V. Pachón Álvarez, J. Pérez Torreglosa, C. Valencia Barragán, J. Mata Vázquez

*[1]moises.garcia@diq.uhu.es; *[2]juan.mora@dimme.uhu.es

Universidad de Huelva (Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Campus El Carmen, 21071, Huelva)

Abstract

In the Engineering School of the University of Huelva, the teaching innovation project entitled "Strengthening of linguistic competences through CLIL methodology in engineering curricula" is being carried out with the aim of promoting this approach and developing some teaching activities in English for students of the 9 Bachelor degrees offered at this School. Implementation of the CLIL method in the Engineering School is the long-term purpose.

Initial results obtained report that these types of projects are necessary and show that many students and teachers have participated in CLIL activities for the very first time thanks to this project.

Keywords: *CLIL, linguistic competences, engineering, Bachelor's studies*

Resumen

En la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva (ETSI), se está llevando a cabo el proyecto de innovación docente "Fortalecimiento de competencias lingüísticas a través de metodología AICLE en currículos de ingeniería" con el objetivo de fomentar esta metodología y elaborar un catálogo de actividades docentes en lengua inglesa para sus 9 títulos de Grado. El objetivo final a largo plazo es implantar de forma permanente la metodología AICLE en el centro.

Los primeros datos obtenidos en este proyecto reflejan la necesidad de este tipo de actuaciones y han demostrado que muchos estudiantes y profesores se han iniciado en esta metodología gracias al proyecto.

Palabras clave: *AICLE, competencias lingüísticas, ingeniería, estudios de Grado*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

En general, la estrategia para la internacionalización de la mayoría de las universidades españolas establece la promoción del conocimiento y el uso de idiomas extranjeros entre alumnado y profesorado como algo fundamental. En lo que respecta al alumnado, es habitual que se le exija la acreditación del conocimiento de una lengua extranjera para la obtención de los títulos de Grado equivalente al nivel B1, o superior, del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCERL).

Las universidades tienen diferentes opciones para promover la internacionalización de la actividad académica, como oferta académica reglada en lengua extranjera o programas de movilidad. Otra alternativa para incentivar el aprendizaje de lengua extranjera de los estudiantes de ingeniería podría ser la realización de actividades evaluables en otra lengua. Esta debería llevarse a cabo en algunas de las asignaturas que constituyen los planes de estudio de sus títulos de Grado, siguiendo la metodología de Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lengua Extranjera, AICLE (Coyle, 2010; Marsh, 2010). Esta metodología ha demostrado interesantes rendimientos cuando se ha aplicado a estudiantes de ingeniería (Aguilar, 2013; Gómez Parra, 2017). Además, no consume tantos recursos como los programas de movilidad o los programas de docencia en lengua extranjera, que implican el desdoble de grupos. Sin embargo, los autores del presente estudio piensan que la metodología AICLE no está lo suficientemente extendida entre docentes y estudiantes.

Por este motivo, se llevó a cabo desde la Subdirección de Internacionalización, Movilidad en Innovación Educativa de la ETSI de la Universidad de Huelva, el proyecto "Fortalecimiento de competencias lingüísticas a través de metodología AICLE en currículos de ingeniería" (fase 1, curso 17-18 y fase 2, curso 18-19), que consiste en la realización de actividades evaluables en lengua inglesa en el marco de las asignaturas de los planes de estudio. Este proyecto está siendo una alternativa para incentivar el aprendizaje del inglés en la ETSI y está ayudando a fomentar la metodología AICLE. En el presente trabajo se exponen los principales resultados de este proyecto, que comenzó durante el curso 2017-18 y actualmente se encuentra en su segundo año de aplicación.

2. Metodología

Este trabajo se ha realizado en dos cursos (17-18 y 18-19) con idea de ver una posible evolución temporal en los indicadores de valoración que se explicarán a continuación. En cada curso académico, la metodología se estructuró en las siguientes tareas:

2.1 Propuesta de actividades

Al inicio de cada cuatrimestre, el profesorado propone una serie de actividades a sus estudiantes. Las actividades deben implicar la práctica de una lengua extranjera (aunque se plantearon de forma abierta, todas las actividades utilizaron el inglés) de forma oral o escrita. Cada actividad debe ser enmarcada en una categoría principal:

a) Uso de plataformas, herramientas web, software especializado, simuladores y apps.

ISBN: 978-84-09-02970-9

b) Prácticas de laboratorio. Si la actividad está ligada a una práctica de laboratorio.
c) Estrategias innovadoras de aprendizaje.
d) Análisis e interpretación de documentos escritos.
e) Uso de material audiovisual en otro idioma.
f) Clase presencial evaluada, uso de inglés oral.

2.2 Ejecución y evaluación de actividades

Al final de cada cuatrimestre, una vez se realizaron y evaluaron las actividades en cada asignatura, los profesores y estudiantes rellenaron una serie de cuestionarios para recoger los principales datos sobre las actividades, así como la valoración de las mismas. Para ello se utilizó la herramienta Google Forms.

Cada profesor rellenó un formulario en el que se recogieron una serie de datos de la actividad (curso, titulación…). Además, para valorar el nivel de inglés del profesorado participante, se les pidió que indicaran su nivel de inglés y si éste era o no acreditado. Para valorar el nivel de satisfacción de los profesores con distintos aspectos de la actividad, el formulario cuenta con una serie de preguntas (Tabla 3) repartidas en diferentes ítems. Cada ítem debía ser valorado del 1 al 5, siendo 1 "nada de acuerdo" y 5 "completamente de acuerdo".

Cada estudiante también rellenó un formulario en el que se recogieron los siguientes datos: titulación, curso, sexo, edad, y calificación obtenida en la actividad. También, como los profesores, indicaron su nivel de inglés y si éste era o no acreditado. Para valorar el nivel de satisfacción del estudiante con distintos aspectos de la actividad realizada, se le pidió a los mismos que respondieran a una serie de preguntas (Tabla 6). Cada ítem debía ser valorado del 1 al 5, siendo 1 "nada de acuerdo" y 5 "completamente de acuerdo".

2.3 Discusión de resultados

Al final de cada cuatrimestre, una vez recopilados los datos, los coordinadores del proyecto realizaron un informe. Estos informes fueron valorados por los diferentes profesores y sirvieron para recoger los principales resultados y conclusiones que se utilizaron para realizar este trabajo.

3. Resultados y discusión

En este trabajo participaron un total de 28 profesores a lo largo de los dos cursos. Durante este tiempo se han propuesto 33 actividades en más de 30 asignaturas diferentes de los 9 grados que se imparten en la ETSI de la Universidad de Huelva: Grado en Ingeniería Agrícola, Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural, Grado de Ingeniería en Explotación de Minas y Recursos Energéticos, Grado en Ingeniería Eléctrica, Grado en Ingeniería Energética, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial, Grado en Ingeniería Mecánica, Grado en Ingeniería Química Industrial y Grado en Ingeniería Informática. Han participado más de 400 estudiantes en sus dos ediciones, encontrándose aún por evaluar los datos de las actividades

ISBN: 978-84-09-02970-9

correspondientes al segundo cuatrimestre del curso 2018-19, que están actualmente llevándose a cabo. En la Tabla 1 se incluyen los datos generales de participación de estudiantes, profesores y actividades llevadas a cabo.

En las siguientes secciones se analizarán y discutirán los principales resultados de este trabajo. Primero se ha hecho una valoración de la tipología de las actividades llevadas a cabo. En segundo lugar se han analizado los datos proporcionados por los cuestionarios realizados a los docentes y los realizados a los estudiantes.

Tabla 1. Datos generales de participación en el proyecto

	2018-2019 (C1)	2017-2018
Número de estudiantes participantes	171	357
Número de estudiantes encuestados	131	286
Número de profesores participantes	14	18
Número de actividades propuestas	13	21
Número de asignaturas implicadas	13	21

3.1 Datos de actividades propuestas

Según la Tabla 2, las 3 tipologías preferidas por los docentes a la hora de proponer las actividades han sido las siguientes: uso de plataformas, herramientas web, software especializado, simuladores y apps; uso de material audiovisual; y análisis e interpretación de documentos escritos. Las tres primeras han sido marcadas como tipología principal de la actividad en aproximadamente el 70% de los casos en ambas ediciones del proyecto. Si se compara la tipología de las actividades en ambas ediciones no se aprecian grandes diferencias.

Tabla 2. Distribución de las actividades según las categorías

Categoría	18-19 C1	17-18
Uso de plataformas, herramientas web, software, simuladores, apps	23,1	38,1
Prácticas de laboratorio	7,7	4,8
Estrategias innovadoras de aprendizaje.	15,4	9,5
Análisis e interpretación de documentos escritos.	23,1	28,6
Uso de material audiovisual	23,1	19
Clase presencial evaluada, uso de inglés oral	7,7	0

3.2 Datos sobre los profesores participantes y valoración del grado de satisfacción

Según los datos de la Tabla 3, más del 60% de los profesores participantes en el Proyecto durante el curso 2017-18 tenía acreditación de inglés. En la segunda edición ha aumentado el número de profesores acreditados hasta el 80%. De los profesores participantes acreditados, más del 70% tienen un nivel de inglés B2 o superior en ambas ediciones.

Tabla 3. Nivel de inglés del profesorado participante

	2018-2019 C1	2017-2018
Nº de profesores con idioma acreditado	80%	61,6%
Nivel B1 (% del total de acreditados)	27,3%	25%
Nivel B2 (% del total de acreditados)	27,3%	41,7%
Nivel C1 (% del total de acreditados)	45,5%	33,3%

ISBN: 978-84-09-02970-9

La Tabla 4 recoge los resultados de las encuestas de valoración que realizaron los profesores. En cuanto a conocimiento de la metodología AICLE por parte del profesorado (ítems 1 a 3), se observa en general una carencia en el conocimiento de esta metodología.

Del análisis del segundo bloque de preguntas (ítems 4 a 8) se extrae una conclusión clara: la fase 1 de este proyecto supuso la iniciación de muchos profesores en la realización de actividades en lengua inglesa con sus estudiantes. Además, el ítem 6 indica que aproximadamente el 60 % de los profesores participantes en la segunda fase del proyecto lo hicieron también en la primera fase. Según el ítem 5, el 66.7 % de los profesores habían realizado actividades en lengua inglesa previamente en la segunda fase, cuando en la primera fase del proyecto la mayoría de los profesores reconocieron no haber realizado nunca este tipo de actividades. Del segundo bloque se deduce también que ha aumentado el grado de confianza de los docentes a la hora de abordar estas actividades.

En relación con el bloque de opinión del profesorado sobre la utilidad del proyecto (ítems 9 a 13), parece haber unanimidad en la creencia de que la actividad será de mucha utilidad para los estudiantes y que, además de las meras competencias lingüísticas, se trabajarán otras competencias de forma paralela. Los profesores también parecen estar de acuerdo en que la actividad no será mal recibida por los estudiantes. Sigue sin existir unanimidad en considerar que la realización de actividades en lengua inglesa debería ser obligatoria en todas las asignaturas del plan de estudio, aunque la tendencia ha aumentado ligeramente hacia la obligatoriedad. Casi todos los docentes están de acuerdo o muy de acuerdo en valorar positivamente este tipo de actividades.

Tabla 4. Respuestas del cuestionario de opinión del profesorado en ambas ediciones del proyecto. Valores medios (μ), desviación estándar (σ) y evolución del valor medio (Δ, % de aumento de cada variable entre los cursos 18-19 y 17-18). Los ítems evaluados se encuentran agrupados en bloques temáticos:

1-3	Conocimiento de la metodología AICLE
4-8	Experiencia previa en impartición de contenidos en lengua extranjera
9-12	Opinión del profesorado sobre la utilidad del proyecto

		18-19 C1		17-18		Δ
		μ	σ	μ	σ	
1	**Conoce las características de la metodología AICLE**	3,2	1,4	2,6	1,5	23%
2	**Ha asistido a algún seminario sobre metodología AICLE**	2,3	1,8	1,7	1,5	35%
3	**Cuenta con, al menos, una formación mínima en metodología AICLE para realizar la actividad**	2,9	1,4	2,3	1,5	26%
4	**Ha impartido docencia en lengua inglesa alguna vez**	2,1	1,8	1,9	1,5	11%
5	**Ha realizado actividades en lengua inglesa anteriormente**	4,4	1,1	2,9	1,7	52%
6	**Ha realizado actividades en lengua inglesa anteriormente a la primera edición de este proyecto (curso 17-18)**	2,5	1,9			
7	**Se siente confiado ante el reto de realizar una actividad docente en otra lengua**	4,5	0,5	3,9	1,1	15%
8	**Su nivel de inglés es suficiente para garantizar el buen desarrollo de la actividad**	4,3	0,6	4,1	1,0	5%

ISBN: 978-84-09-02970-9

9	**La actividad permitirá poner en práctica otras habilidades más allá de las meras competencias lingüísticas**	4,7	0,5	4,2	1,1	12%
10	**La actividad será bien recibida por el alumnado**	4,3	0,5	3,6	0,6	19%
11	**Las actividades en lengua inglesa deberían ser obligatorias en todas las asignaturas que conforman el plan de estudios de la titulación**	3,6	1,6	3,2	1,4	13%
12	**Opina que este proyecto de innovación docente en que usted participa será de utilidad para el estudiante**	4,7	0,5	4,5	0,6	4%
13	**Opinión global de la actividad**	4,7	0,5			

3.3 Datos sobre los estudiantes participantes y valoración del grado de satisfacción

La Tabla 5 recoge el nivel de inglés de los estudiantes participantes en el proyecto. Aproximadamente entre el 30 y el 50% de los estudiantes tiene un idioma acreditado (el porcentaje fue mayor en la segunda edición del proyecto), cuando según los datos de participación, aproximadamente el 61.4% de ellos son estudiantes de tercer y cuarto curso. Esto hace pensar que la mayoría de los estudiantes consiguen la acreditación a lo largo de sus estudios o al final de los mismos. Según estos datos se podría decir que menos de la mitad de los estudiantes que han participado en este estudio tiene acreditado un nivel B1 o superior.

Tabla 5. Nivel de inglés de los estudiantes participantes

	18-19 C1	**17-18**
Nº de estudiantes con idioma acreditado	50,4%	35%
Nivel A2 (% del total de acreditados)	6,0 %	13,0%
Nivel B1 (% del total de acreditados)	51,5 %	52,0%
Nivel B2 (% del total de acreditados)	36,4 %	31,0%
Nivel C1 (% del total de acreditados)	6,1 %	4,0%

A continuación se analizarán los datos recogidos en las encuestas de valoración de los estudiantes (Tabla 6). En cuanto a la metodología usada para realizar la actividad (ítems 1 a 3), la mayoría de los estudiantes se muestran conformes con la adecuación de la actividad al bloque de contenidos, la metodología y la duración. Las respuestas en las dos ediciones del proyecto han sido similares.

En cuanto al bloque sobre competencias trabajadas (ítems 4 a 6), según el ítem 4, la gran mayoría de estudiantes consideran que la actividad es de interés para el ejercicio de la profesión. El ítem 5 indica que en la mayoría de los casos la actividad ha permitido poner en práctica otras habilidades más allá de las meras competencias lingüísticas, aunque el 14% de los estudiantes respondieron no estar de acuerdo. Igualmente, según el ítem 6, parece que en general los estudiantes piensan que se pusieron en práctica las habilidades sociales en las actividades excepto el 23.4% de ellos que indicó que esta competencia no estaba presente en su actividad.

Sobre la docencia en inglés, (ítems 7 a 12), los estudiantes siguen indicando, como en la primera edición del proyecto, que no han realizado muchas actividades en lengua inglesa (ítem 8). Comparando ambas ediciones del proyecto, en la segunda, un porcentaje mayor de

ISBN: 978-84-09-02970-9

estudiantes parece haber realizado actividades en inglés, aunque la diferencia es poco significativa como para afirmar que la primera edición del proyecto haya tenido relación con este incremento. Según el ítem 10, para la mayoría de los estudiantes ha sido la primera o segunda vez que realizaban una actividad de este tipo, por lo tanto este proyecto, en su primera y segunda edición, ha supuesto la introducción en la metodología AICLE para muchos estudiantes. El 57.6% marcaron estar de acuerdo o muy de acuerdo sobre si consideran que este tipo de actividad ha reforzado sus competencias lingüísticas (ítem 11). Además, la mayoría ve positivo que este tipo de actividad en lengua inglesa se extienda al resto de asignaturas de su plan de estudios (ítem 9) y valoran positivamente la actividad en general (ítem 12).

Tabla 6. Respuestas del cuestionario de opinión de estudiantes en ambas ediciones del proyecto. Valores medios (μ), desviación estándar (σ) y evolución del valor medio (Δ, % de aumento de cada variable entre los cursos 18-19 y 17-18). Los ítems evaluados se encuentran agrupados en bloques temáticos:

1 – 3	Metodología usada para realizar la actividad
4 – 6	Competencias trabajadas
7 – 12	Opinión sobre la docencia en inglés y valoración global

		18-19 C1		17-18		Δ
		μ	σ	μ	σ	
1	**La actividad era adecuada para la asignatura o bloque temático en que se ha realizado**	4,3	1,0	4,1	0,9	4%
2	**La metodología de la actividad ha sido la adecuada para favorecer el aprendizaje de contenidos**	3,9	1,0	3,7	1,0	7%
3	**La duración de la actividad le parece adecuada**	4,2	1,0	3,8	1,0	10%
4	**Considera este tipo de actividad de interés para el ejercicio de su profesión**	4,3	0,9	4,0	1,0	7%
5	**La actividad le ha permitido poner en práctica otras habilidades más allá de las meras competencias lingüísticas**	3,8	1,1	3,7	1,0	5%
6	**La actividad sirvió para poner en práctica las habilidades sociales**	3,3	1,2	3,3	1,2	0%
7	**Su conocimiento de inglés le ha permitido realizar la actividad sin dificultad**	4,0	1,0	3,5	1,2	15%
8	**Ha realizado muchas actividades en lengua inglesa en los años que lleva como estudiante universitario**	2,2	1,4	1,9	1,1	15%
9	**Le gustaría que este tipo de actividad en lengua inglesa se extendiera al resto de asignaturas de su plan de estudios**	4,0	1,3	3,4	1,3	18%
10	**Es la primeara o segunda vez que realizó este tipo de actividades**	3,5	1,6			
11	**Considera que este tipo de actividad ha reforzado sus competencias lingüisticas**	3,8	1,0			
12	**Opinión global de la actividad**	4,0	0,9			

4. Conclusiones

De los resultados discutidos en el apartado anterior se extraen las siguientes conclusiones:

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Buena parte del profesorado considera necesario fomentar la docencia en lengua inglesa y ha mostrado interés en comenzar/continuar con el aprendizaje de la metodología AICLE. Su opinión en cuanto a utilidad de este proyecto es muy positiva.
- El proyecto ha supuesto el primer contacto con la metodología AICLE para muchos docentes como demuestran los datos de la Tabla 4. Por lo tanto, se deben potenciar los recursos para la formación del profesorado en este aspecto y, en general, en idiomas.
- Las necesidades de formación se ven justificadas por el hecho de que, al igual que ocurre con los docentes, este proyecto ha supuesto la introducción en la metodología AICLE para muchos estudiantes.
- Menos de la mitad de los estudiantes que han participado tiene acreditado un nivel B1, por lo que debe fomentarse la formación en idiomas de los estudiantes en etapas previas a la universidad (o al comienzo de la formación universitaria) para un mejor aprovechamiento de técnicas como AICLE.
- La mayoría de docentes se inclinan por formatos en los que se practica poco inglés oral. Quizá este hecho responde a la situación en cuanto a nivel de idioma de estudiantes y profesorado que se ha puesto de manifiesto en los párrafos anteriores.
- En general, estudiantes y profesores se muestran partidarios de que estas actividades se realicen con más frecuencia y que se incorporen a los planes de estudio, lo que resultaría muy ventajoso para fomentar el aprendizaje de la lengua extranjera.

Como conclusión final, los autores piensan que este trabajo ha sido muy útil para que profesores y estudiantes tomen conciencia del potencial de aprendizaje y se inicien en técnicas de AICLE. Esta conciencia de necesidad de aprendizaje debe apoyarse con recursos desde las administraciones públicas y los propios centros de enseñanza superior que permitan que la metodología AICLE se convierta en algo habitual en las aulas; así como con cambios en los planes de estudios que hagan obligatorias este tipo de actividades en las asignaturas.

Referencias

Aguilar, M., Muñoz, C. (2013). The effect of proficiency on CLIL benefits in Engineering students in Spain, *International Journal of Applied Linguistics*, 24 (1), 1-8

Coyle, D., Hood, P., Marsh, D. (2010). *Content and language integrated learning*, London, UK, Cambridge University Press

Gómez Parra, M.E., Pérez Gracia, E., Almodóvar Antequera, J.M., González Fernández, A., Bullejos Martín, D., Raigón Rodríguez, A.R., Larrea Espinar, A.M., Luego Almena, J.L., Álvarez de Sotomayor Posadillo, A., Villamandos de la Torre, F. (2017). Diseño e implementación de unidades didácticas integradas: AICLE en acción. *Rev. de innovación y buenas prácticas docentes*, 3, 39-45

Marsh, D., Mehisto, P., Wolff, D., Frigols Martín, M.J. (2010). *European framework for CLIL teacher education: A framework for he professional development of CLIL teachers*. Graz: European Centre for Modern Languages.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la financiación de la XIX y XX Convocatorias de Proyectos de Innovación en Docencia e Investigación Educativa del Vicerrectorado de Innovación y Empleabilidad de la Universidad de Huelva para difundir los resultados de este trabajo.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Realización de una Actividad de Estática a través de la Metodología E.M.I. (English as Medium of Instruction) en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

E. Juliá Sanchis[a], R. Galstyan Sargsyan[a], I. Calonge Segovia[b], M. Belda Torrijos[c]
erjusan@mes.upv.es; rugalsar@upvnet.upv.es; calonge_iva@gva.es; monica.belda@uchceu.es

[a]Universitat Politècnica de València – 03801, Alcoi (España)
[b]IES La Murta – 46600, Alzira (España)
[c]Universidad CEU Cardenal Herrera – Elche (España)

Abstract

Many higher education institutions are promoting the use of English among their students because they are required to graduate with a B2 level according to the European Higher Education Area. The research presented is an experiment to apply the EMI methodology (English as Medium of Instruction) in the context of technical courses in the Bachelor's Degree in Industrial Design Engineering and Product Development. The students are encouraged to develop a technical task using the English as the language of communication. The activity presented in this paper is a cooperation between the Mechanics of Materials subject and the English subject, which are offered in the same academic year. A lecturer of the Mechanical Engineering field explains the topic in an English session and the students will develop the task, which will be presented to the classmates. This methodology contributes to enhance the students' communicative competences, both oral and written. The activity has been meaningful to the students and we expect to include more technical topics taught through the English language in the syllabus.

Keywords: *English as Medium of Instruction (EMI), Technical English, Statics, Industrial Design.*

Resumen

Muchas instituciones de educación superior están promoviendo el uso del inglés entre los estudiantes porque estos deben graduarse con un nivel B2 de acuerdo con el Espacio Europeo de Educación Superior. El trabajo presentado es una experiencia para aplicar la metodología EMI (English as Medium of Instruction) en el contexto de cursos técnicos en el Grado en Inge-

ISBN: 978-84-09-02970-9

niería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Se anima a los estudiantes a desarrollar una tarea técnica usando el inglés como lenguaje de comunicación. La actividad que se describe en este trabajo es parte de una colaboración entre la asignatura "Resistencia de Materiales" y la asignatura "Lengua Extranjera II", que se imparten en el mismo curso académico. Un profesor del área de Ingeniería Mecánica explica un tema en una sesión de inglés y los estudiantes desarrollan la tarea que se presentará a los compañeros de clase. Esta metodología contribuye a mejorar las competencias comunicativas de los estudiantes, tanto orales como escritas. La actividad ha sido satisfactoria para los estudiantes y se espera que se incluyan más temas técnicos a través de la lengua inglesa en el programa de estudios.

Palabras clave: *EMI (English as Medium of Instruction), Inglés técnico, Estática, Diseño Industrial.*

1. Introducción

En el mundo educativo moderno, la metodología EMI (English as Medium of Instruction) se considera un concepto en auge en diferentes universidades de todo el mundo. A continuación se describen diferentes estudios relacionados con este concepto.

Pennee Kantavong (Kantavong, 2015) realizó un estudio exhaustivo de las estrategias utilizadas para establecer la capacidad del alumno para comprender el inglés y mejorar la actitud hacia este idioma. El autor sostiene que existe una demanda considerable de la comunicación en inglés, así como su utilización como idioma fundamental en el aula en diferentes partes del mundo, como el área de Asia Pacífico. El estudio indica que el grado de competencia en el idioma inglés en algunos países como Tailandia es deficiente debido a un menor uso del idioma en el entorno educativo. Kantavong investigó con 63 estudiantes no universitarios. En este caso, el inglés fue utilizado como un medio de enseñanza efectivo en diferentes materias. Al final del estudio, aproximadamente el 80 por ciento de los alumnos mostró una actitud positiva hacia el aprendizaje en inglés.

Según Julie Dearden (Dearden, 2015), el uso del inglés como medio de enseñanza está creciendo en las instituciones de educación superior. El objetivo fundamental del estudio fue analizar la forma, las tendencias futuras y el alcance de la metodología EMI en todo el mundo. En el mismo estudio se indica cómo diferentes países ofrecen varias perspectivas sobre EMI. El académico sostiene que el fenómeno EMI se encuentra en un estado de constante flujo. Cada país promueve EMI de una forma distinta. Además, diferentes responsables políticos consideran la metodología EMI como un mecanismo importante para internacionalizar su oferta educativa y desarrollar oportunidades para que los estudiantes se unan a una comunidad académica y empresarial mundial. Algunos países reconocen EMI como una estrategia para aumentar la movilidad internacional, mientras que otros lo observan como una forma de establecer el nivel de inglés y asegurar que los estudiantes compiten en un mercado internacional.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Emrije Agai-Lochi (Agai-Lochi, 2015) desempeña un papel fundamental analizando la política lingüística en la educación superior en varios países, como la República de Macedonia. La transformación en la utilización de los idiomas oficiales ha contribuido a un cambio considerable para las minorías étnicas en el país mencionado anteriormente. El autor realizó una investigación exhaustiva centrada en el empleo del idioma inglés como tercera lengua en diferentes etnias en varias universidades. Es importante comprender que el estudio sobre la utilización del inglés en universidades y escuelas ofrece algunas variaciones importantes basadas en la competencia lingüística.

Según Bridget Goodman (Goodman, 2014) los programas disponibles, así como las políticas que promueven el inglés como medio de enseñanza, se consideran un fenómeno internacional en el mundo educativo moderno. Sin embargo, tanto la forma como el propósito de los programas y políticas antes mencionados dependen del contexto. Por ejemplo, el aumento de los programas EMI en la educación superior de la Unión Europea se atribuye al proceso de Bolonia. El autor realizó una extensa investigación en la Universidad de Ucrania y determinó que transformar el medio de enseñanza de una lengua nativa a otra extranjera tiene una influencia significativa en la pedagogía.

La actividad presentada en este trabajo es parte de la filosofía EMI (English as Medium of Instruction), cuyo objetivo es contribuir al aprendizaje del idioma inglés a través de, en este caso, temas técnicos de la competencia del Ingeniero en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Además, la actividad está destinada a integrar las competencias específicas de las asignaturas "Lengua extranjera II" y "Resistencia de materiales" con la competencia transversal de “Comunicación efectiva”. En la Universitat Politècnica de València se evalúan trece competencias transversales (CT) a lo largo de los estudios (tabla 1).

Tabla 1. Competencias Transversales (CT) en la Universitat Politècnica de València.

Competencia Transversal (CT)	Descripción
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 gestion del tiempo
CT-13	Instrumental específica

ISBN: 978-84-09-02970-9

El logro de estas competencias mejora los resultados de aprendizaje, por un lado, y la participación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, por otro. En cuanto a la evaluación de las competencias, un equipo de docentes en este grado están desarrollando algunas estrategias (Juliá Sanchis et al., 2017).

En el caso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, las competencias han sido incluidas en el programa de estudios, lo que permite considerar la coordinación de los contenidos ofrecidos a través de los diferentes cursos.

2. Metodología

2.1 Plan de Trabajo

El plan de trabajo consiste en las siguientes cuatro tareas principales:

Tarea 1: Reunión inicial.

Tarea 2: Diseño de la actividad.

Tarea 3: Implementación de la actividad.

Tarea 4: Evaluación y conclusiones.

Las dos asignaturas involucradas en la actividad propuesta se cursan en el tercer año del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. La tabla 2 muestra la distribución de las unidades didácticas por semana.

Tabla 2. Distribución de las unidades didácticas por semana.

Semana	Lengua extranjera II	Resistencia de Materiales
1	Unidad 1. Communication	**Unidad 1. Estática**
2	Unidad 2. Environment	
3	Unidad 3. Design	Unidad 2. Propiedades de las secciones
4	Unidad 4. Material Types	Unidad 3. Tracción, Compresión y Cortante
5	Unidad 5. Transport	
6	**Unidad 6. Statics and Dynamics**	Unidad 4. Elementos cargados axialmente
7	Unidad 7. Architecture	
8	Unidad 8. Globalisation	Unidad 5. Torsión
9	Unidad 9. Measurement	Unidad 6. Flexión
10	Unidad 10. Assembly	
11	Unidad 11. Mechanisms	
12	Unidad 12. Technology	
13	Content revision	
14	Oral presentations	Unidad 7. Columnas
15	Oral presentations	Unidad 8. Cargas combinadas

ISBN: 978-84-09-02970-9

2.2 Diseño de la Actividad

A partir de un tema previamente conocido por los estudiantes en otra asignatura, se propone una actividad técnica para aplicar el idioma inglés. La actividad propuesta se lleva a cabo en la sexta semana del semestre de primavera y consiste en:

- Diseñar una estructura articulada isostática (truss) para una aplicación específica.

- Determinar las fuerzas externas que actúan sobre la estructura.

- Determinar las fuerzas internas que se transmiten en las barras de la estructura.

- Presentar la actividad a la clase (presencialmente o con un video).

Esta actividad está relacionada con las estructuras articuladas, que son un conjunto de elementos estructurales que se comportan como un solo objeto y están diseñados para soportar cargas externas (Figura 1).

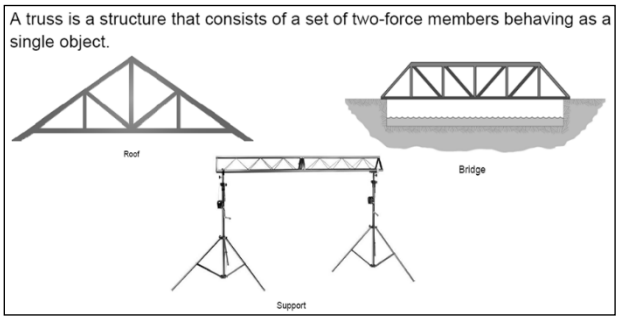


Figura 1. Definición y tipos de estructuras.

La actividad se desarrolla a partir del siguiente índice recomendado:

1) Introducción.
2) Función de la estructura.
3) Diseño de la estructura (dimensiones y condiciones de carga).
4) Cálculos (reacciones exteriores y método de los nudos).
5) Resultados obtenidos con el software educacional MDSolids.
6) Conclusiones.

Al final de la actividad los estudiantes serán capaces de:

- Aplicar el vocabulario relacionado con la Estática.
- Diseñar una estructura articulada para una función concreta.
- Utilizar un software educacional.
- Desarrollar la competencia de comunicación efectiva en lengua inglesa.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2.3 Objetivos de la Actividad

La competencia de comunicación efectiva (oral y escrita) será evaluada considerando el uso correcto de la terminología técnica y el orden y claridad en la presentación.

Los tres principales objetivos que se pretende conseguir con esta actividad son (tabla 3):

- Objetivo 1: Incrementar el vocabulario técnico en inglés.
- Objetivo 2: Promover el aprendizaje activo a través de una actividad en equipo.
- Objetivo 3: Desarrollar una rúbrica para la fase de evaluación.

Tabla 3. Indicadores para evaluar los objetivos específicos.

INDICADOR	EVIDENCIA	OBJETIVO
Utiliza el lenguaje adecuado.	Usa correctamente las magnitudes, unidades, números, etc.	Objetivo 1
La presentación transmite información relevante.	Se exponen las ideas principales y se mencionan aspectos secundarios.	Objetivo 1
La presentación está adecuadamente preparada y se ajusta al tiempo establecido.	Muestra una estructura, síntesis de las ideas y ejemplo de calidad en la presentación.	Objetivos 1 y 2
Utiliza los medios de apoyo de una forma relevante.	Selecciona las fuentes de información adecuadas y hace buen uso de ellas: presentación coherente y legible.	Objetivos 1 y 2
Acepta los objetivos del equipo.	Realiza las tareas asignadas.	Objetivo 2
Diseño de una rúbrica.	La rúbrica.	Objectivo 3

3. Resultados

3.1 Tarea

Los estudiantes realizan la tarea y la entregan en el tiempo establecido a través de la plataforma electrónica de la asignatura. La actividad incluye un documento y un video. La figura 2 muestra un ejemplo de estructura para invernadero.

Figura 2. Estructura para invernadero. Ejemplo y propuesta.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La Figura 3 muestra el modelo propuesto y la solución con el software educativo.

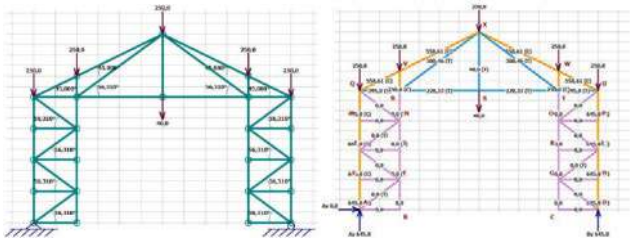


Figura 3. Modelo propuesto y solución con el software educativo.

3.2 Evaluación

Se ha diseñado una rúbrica para evaluar el trabajo realizado por los estudiantes (tabla 4).

Tabla 4. Rúbrica para la evaluación del trabajo.

RÚBRICA TRABAJO EN EQUIPO (CT-06) Y COMUNICACIÓN EFECTIVA (CT-08)					
INDICADORES	**No alcanzado (D)**	**En desarrollo (C)**	**Bien (B)**	**Excelente (A)**	**CT**
Participa en la planificación de los objetivos					CT-06
Se compromete con la tarea colectiva					CT-06
Claridad y terminología adecuada					CT-08
Exposición/presentación					CT-08

3.3 Feedback

Una vez que la actividad ha finalizado, se envía un cuestionario anónimo a los estudiantes participantes para que expresen sus opiniones, de modo que los profesores puedan recibir los comentarios correspondientes para mejorar la actividad en los próximos cursos.

4. Conclusiones

La competencia de comunicación efectiva en un segundo idioma se está convirtiendo en uno de los requisitos más exigidos para que los estudiantes graduados ingresen en el mercado laboral.

En las instituciones de educación superior cada vez más estudiantes solicitan programas de movilidad para completar parte de sus estudios en otro país. Comprender y utilizar el inglés correctamente se ha convertido en una necesidad para estos estudiantes, por lo que la implementación de la metodología EMI (English as Medium of Instruction) en el currículo tiene un impacto favorable.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Esta actividad ha sido evaluada positivamente por los estudiantes, quienes aprecian la inclusión del inglés en los cursos técnicos que forman parte del programa de estudios. Por eso, y en términos de transferibilidad, no sólo es una actividad que se puede transferir fácilmente a otros contextos, sino que esta experiencia intenta incorporar otras asignaturas específicas para ampliar el contenido técnico en inglés.

En cualquier caso, se trata de una actividad transversal en la que se puede ampliar el número de estudiantes participantes desde otros estudios técnicos relacionados, como Ingeniería Mecánica o Eléctrica, además de los de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Los resultados obtenidos animan a los profesores a continuar promoviendo este tipo de actividad y se espera que más profesores participen en las próximas ediciones.

Referencias

Agai-Lochi, E. (2015). English as Medium of Instruction in University Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.557

Dearden, J. (2015). English As a Medium of Instruction - A Growing Phenomenon. *Educational Review*.

Goodman, B. A. (2014). Implementing English as a medium of instruction in a Ukrainian University: Challenges, adjustments, and opportunities. *International Journal of Pedagogies and Learning*. https://doi.org/10.1080/18334105.2014.11082026

Juliá Sanchis, E., Jordá Vilaplana, A., Valor Valor, M., Pla Ferrando, L., Sempere Ripoll, S., Picó Silvestre, J. F., Martínez Cerver, J. A. (2017). Strategies to Establish the Structure and the Evaluation System of the Student Projects in the Bachelor Engineering in Industrial Design and Product Development at Universitat Politècnica de València - Campus of Alcoi. In *EDULEARN17 Proceedings*. https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.0106

Kantavong, P. (2015). English as medium of instruction for subject courses in tertiary education: Lessons learned from Thai undergraduate students. *Asian Social Science*. https://doi.org/10.5539/ass.v11n27p84

ISBN: 978-84-09-02970-9

Competencias comunicativas y profesionales en las enseñanzas técnicas. Caso de estudio en el campus de Alcoy de la UPV

O. Polyakova [a], R. Galstyan Sargsyan [b], M. Pérez-Sánchez [c], R. Sanchis[d]
oksana.polyakova@ucv.es; rugalsar@upv.es; mopesan1@upv.es; rsanchis@cigip.upv.es

[a] Instituto de Lenguas. Universidad Católica de Valencia, Avda. del Oeste 48, 46001, Valencia (España)
[b] Dpto. Lingüística Aplicada. Universitat Politècnica de València, Calle Alarcón, nº1, Alcoy, 03801 Alicante (España)
[c] Dpto. de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente Universitat Politècnica de València, Camino de Vera S/N, Valencia, 46022, (España)
[d] Centro de Investigación Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP). Universitat Politècnica de València, Calle Alarcón, nº1, Alcoy, 03801 Alicante (España).

Resumen

La necesidad de desarrollar habilidades transversales en los grados universitarios está aumentando drasticamente. Además de las habilidades técnicas y el conocimiento académico, los estudiantes universitarios, en particular los estudiantes de ingeniería, deben desarrollar habilidades transversales, que se han convertido en una herramienta esencial para poder adaptar sus perfiles académicos a los requisitos del mercado laboral actual. Este fenómeno ha llevado a una demanda en los centros educativos para desarrollar las habilidades transversales de los estudiantes con el objetivo de obtener éxito en un entorno de ingeniería global. La comunicación presenta un estudio de caso realizado recientemente en los grados de ingeniería en la Universitat Politècnica de València (UPV) proporcionando las provisiones adecuadas para el desarrollo de las habilidades transversales a través de las unidades específicamente diseñadas. El proyecto de innovación, compuesto por el análisis de preferencias temáticas técnicas en inglés de 76 futuros ingenieros y elaboración de un dossier temático como una herramienta didáctica, trata de dar repuesta al aprendizaje competencial, colaborativo y motivador. Los resultados obtenidos servirán para potenciar desarrollo didáctico y curricular especifico creando un nuevo formato de gestión didáctica.

Keywords: *competencias comunicativas, competencias profesionales, diseño curricular, aprendizaje segundas lenguas (L2).*

ISBN: 978-84-09-02970-9

Abstract

The need to develop transferable skills in university degrees is increasing rapidly. Besides technical skills and academic knowledge, university undergraduates, in particular engineering students, must develop transferable skills, which have become essential skills of engineers to help them fit their profiles to the global market requirements. This phenomenon has led to a demand placed on educational centres to develop students' transferable skills to obtain success within a global engineering environment. The aim of this paper is to present recent case study research conducted in the engineering degrees in the Universitat Politècnica de València (UPV) aimed at providing adequate provisions in developing their transferable skills through specifically designed units. The innovation project, made up of of thematic preferences in English analysis (76 future engineers took part in the survey) and the elaboration of a thematic dossier as a didactic tool, tries to respond to the collaborative and motivating learning as well as competence based education. The results obtained will serve to enhance didactic and specific curricular development by creating a new didactic management format.

Keywords: *communicative competences, professional competences, curricular design, second language acquisition (L2).*

1. Introducción

En el mundo profesional, la capacidad de comunicarse de manera efectiva se percibe como una condición *sine quo non* para todos los estudiantes de grado y postgrado. Esta realidad es más significativa para los profesionales en los ámbitos técnicos puesto que, por una parte, necesitan estudiar un idioma para fines específicos, y, por otra parte, tener un dominio equilibrado de las cuatro destrezas lingüísticas. No obstante, diferentes estudios indican que la importancia de aprendizaje competencial en las carreras técnicas con el fin de acercar a los graduados al mundo laboral.

Según estudio realizado por Feldhaus et al. (2006), los estudiantes de grados técnicos necesitan una formación específica que garantice la adquisición de las competencias éticas, sociales y responsabilidad profesional. Asimismo, los autores del proyecto docente diseñaron un título propio basado en competencias necesarias para liderazgo profesional en organizaciones. Las competencias les ofrecen a los graduados la capacidad de desarrollar sus metas y les hace entender que se requieren habilidades específicas para alcanzar el éxito en su entorno laboral. En esencia, la competencia significa lograr algo con éxito y eficiencia (Feldhaus et al., 2006), convirtiéndose en un atributo positivo que desean todos los profesionales, independientemente del campo de estudio. Sin embargo, hemos detectado que el enfoque del desarrollo de la competencia del liderazgo proporcionado por Feldhaus como la principal orientación teórico-práctica del curso, no contempla una visión competencial más amplia.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Otra investigación, llevada a cabo por Kongsom (2016) perfecciona el uso de estrategias comunicativas en programas educativos de grado en ingeniería. Los estudiantes de lenguas extranjeras a menudo se enfrentan a dificultades en aprendizaje de inglés, en concreto en la expresión oral. La estrategia de comunicación está estrechamente vinculada a la competencia estratégica aplicada al caso de los estudiantes de ingeniería. Tal como determinan los resultados obtenidos el científico, un curso de diez estrategias comunicativas consiguió mejorar competencias comunicativas y estratégicas del alumnado universitario. A pesar de ello, el estudio no profundiza en la formación competencial específica de ingeniería.

El trabajo de Walther et al. (2011). sostiene que la formación profesional y competencial entre los estudiantes de ingeniería está determinada por una serie de factores del sistema educativo. A diferencia de las otras dos investigaciones, los autores proponen el uso de un marco basado en siete bloques de competencias profesionales vinculadas al modelo formativo técnico. Debido al perfil lingüístico de estudiantes-futuros ingenieros americanos cuya lengua materna es inglés, no se ha tenido en cuenta la competencia comunicativa en L2, ya que se trata de la docencia universitaria impartida en esta lengua.

Está claro que enseñar inglés a estudiantes internacionales ha demostrado ser un desafío porque el idioma es vital en la comunicación y en el desarrollo de competencias profesionales entre los graduados en ingeniería. En nuestro caso, el dominio de la comunicación oral y escrita es un requisito establecido por la *Universitat Politècnica de València* (UPV) para obtener el título de ingeniero. Sin embargo, la implementación de este conjunto de habilidades en la mayoría de las universidades con el perfil técnico ha sido indebidamente dejada en segundo plano. Los ingenieros hacen uso de la comunicación en varias áreas de su práctica académica y profesional, como son la presentación de informes de resultados y de nuevas ideas, pero no llegan a apreciar el valor comunicativo-competencial de la lengua inglesa.

Además, el inglés también es el idioma predominante para el comercio internacional, las relaciones internacionales, el turismo, la ciencia, la investigación tecnológica y la educación. Los estudiantes de ingeniería tienen que usar el inglés para tratar de manera integral las innumerables conferencias impartidas en inglés, comprender numerosas oraciones y párrafos escritos en inglés en los libros de texto de ingeniería y libros de referencia, tutoriales y proyectos. Al mismo tiempo, el mundo se está convirtiendo, cada vez más, en un lugar pequeño y las oportunidades de trabajo no se limitan solo a Europa. Con estos antecedentes, es pertinente explorar la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje y las perspectivas sobre la competencia en inglés para futuros ingenieros.

Partiendo de estas premisas, las preguntas de investigación seleccionadas fueron: 1) ¿Qué temas en segundas lenguas L2 pueden resultar interesantes para los alumnos de grados técnicos?, 2) ¿Cuál es el enfoque más apropiado para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de estos temas?, 3) ¿Cómo podemos fomentar la formación competencial en las enseñanzas técnicas en L2? Para poder dar respuesta a las preguntas de investigación, a continuación, se define la metodología aplicada. En primer lugar, se analizan las necesidades de alumnos de grado en ingeniería respecto al ámbito temático, para una vez establecidas las

ISBN: 978-84-09-02970-9

prioridades, se elabora un dossier didáctico basado en las competencias comunicativas y profesionales en L2.

1.1 Habilidades de empleabilidad

Optimizar los requisitos que debe cumplir el perfil de un graduado de educación superior de ingeniería consiste no solo en su formación profesional proporcionándole el conocimiento específico, sino también ayudarle a comunicar su identidad profesional a la sociedad. El conocimiento según la taxonomía de Anderson et al. (2001) incluye el conocimiento factual, conceptual, procedimental y metacognitivo. La importancia de las competencias clave para mejorar la empleabilidad ha aumentado drasticamente desde la década de los 90 (James 1998, Van Dam 1998, Civelli 1998). El concepto de habilidades de empleabilidad tiene como propósito reconocer un conjunto esencial de habilidades o competencias transversales que apoyen la efectividad del rendimiento profesional en un entorno laboral (External Reference Group, 2006). Las competencias transversales son universales y transferibles y "marcan la evolución de competencia laboral hacia un enfoque de competencias integrales, transferibles de un puesto a otro, de un sector a otro, de una industria a otra" (Vargas, 2006:113). En ciertos países, tales como Estados Unidos, Australia, Gran Bretaña y la Comunidad Europea se adaptan los criterios establecidos por las industrias dentro del marco de competencias transversales de ingeniería como puede verse en la Tabla 1 (External Reference Group, 2002).

Tabla 1. Habilidades de ingeniería internacional requeridas para los graduados de ingeniería

Comunidad Europea Generic Employability Skills	Estados Unidos ABET Engineering Criteria	Australia Engineers attributes	UK OSC Eng Occupational Standards
Critical thinking	Ability to communicate effectively	Ability to communicate effectively with the engineering team	Plan and manage engineering products
Mastery of one's native language	Ability to function on multidisciplinary teams	Ability to function effectively as an individual and in multidisciplinary and multicultural teams	Produce engineering products
Team spirit	Ability to identify, formulate and solve engineering problems	Ability to manage information and documentation	Maintain engineering products
Decision making	Ability to use techniques, skills, and modern engineering tools necessary of engineering practice	Capacity for creativity and innovation	Install engineering products
Learning techniques		Capacity for life-long learning	Improve the quality and safety of engineering products

ISBN: 978-84-09-02970-9

Initiative		Professional attitudes	Develop engineering competence
Professionalism		Ethical and professional responsibility	Develop engineering products
Civic mindedness			
Sense of responsibility			

Fuente: External Reference Group (2002)

La pregunta que surge es si la universidad ha sido ajena a esta demanda. Según Palmer, Montaño y Palou (2009) la universidad no ha podido plenamente cumplir con su función de desempeño de las competencias transversales en diversos grados.

1.2 Competencias transvesales en la Universidad Politècnica de València

La *Universidad Politècnica de València* (2019) ha establecido trece competencias transversales que se deben adquirir tras finalizar la carrera universitaria, entre las cuales, se encuentran las siguientes: Comprensión e integración, Aplicación y pensamiento práctico, Análisis y resolución de problemas, Innovación, creatividad y emprendimiento, Diseño y proyecto, Trabajo en equipo y liderazgo, Responsabilidad ética, medioambiental y profesional, Comunicación efectiva, Pensamiento crítico, Conocimiento de problemas contemporáneos, Aprendizaje permanente, Planificación y gestión del tiempo e Instrumental específica.

Desde el Departamento de Lingüística Aplicada (DLA) de la *Universitat Politècnica de València* (UPV) se ha planteado una estrategia docente para incorporar las competencias profesionales y transversales en el diseño curricular de la lengua inglés en el grado de ingeniería industrial. Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto de innovación docente que, emprendido por los profesores del DLA de la UPV, tiene por objetivo proporcionar al equipo docente el desempeño profesional de los estudiantes, a través de las actividades formativas complementarias, para por una parte, alcanzar el nivel B2 según el Marco común europeo de referencia para las lenguas (Council of Europe 2001, 2018), y por otra parte poder mejorar los aspectos profesionales en cuanto a su preparación de cara al mundo laboral.

2. Desarrollo de la innovación

La creación de una metodología competencial de enseñanza-aprendizaje en el contexto universitario técnico es un proceso multidireccional que consta de varios componentes. Por ello, se emplean métodos mixtos: un formato que compaginan aspectos cuantitativos y cualitativos para explorar la realidad social. Con ello, se pretende analizar los datos cualitativos y generar aportaciones curriculares cualitativas. Es po resto que en este apartado se propone un recorrido metodológico mixto basado en los siguientes enfoques : (i) Primero, de acuerdo con los avances globales del Proceso de Bolonia, destacar la importancia de implementar un sistema de aprendizaje personalizado y centrado en el estudiante. Este proceso nos lleva a tener en

ISBN: 978-84-09-02970-9

cuenta las preferencias temáticas del alumnado, compaginándolas con los contenidos curriculares. A fin de lograr una amplia visión, tanto de la figura del alumno como de sus necesidades futuras laborales, se llevara a cabo una encuesta ; y (ii) Segundo, a partir de los resultados obtenidos, se elabora un dossier en inglés organizado por áreas temáticas, cuatro destrezas lingüísticas (Council of Europe 2001, 2018) cuyo objetivo consiste en desarrollar tanto competencias comunicativas, como profesionales. Dicha herramienta didáctica se plantea en consonancia con el proceso de aprendizaje basado en tareas y proyectos y seguiendo las pautas de diseño curricular marcadas por Nation y Macalister (2010), Nunan (2004, 2013) y Ur (2012). Dichas pautas permitirán trabajar ciertos conceptos lingüísticos con un mayor grado de adaptación a las competencias-objetivo de aprendizaje.

3. Resultados

3.1 Análisis de necesidades

Tal como demuestran las competencias requeridas en el contexto universitario y laboral, se precisa ser un especialista cualificado y poseer un dominio correcto del ámbito profesional y capacidad de comunicarlo eficazmente a otros. A este reto hay que sumar la necesidad de utilizar una L2 (en nuestro caso, inglés) que no suele ser lengua materna de la mayoría de los equipos de trabajo. Así pues, las enseñanzas técnicas requieren aglutinar las competencias comunicativas y profesionales en programación curricular y materiales docentes de asignaturas de lenguas especializadas. Por tanto, vamos a situar al alumno en el centro del proceso didáctico y estudiaremos tanto su bagaje lingüístico como sus preferencias temáticas. 76 alumnos de Grado en ingeniería de la *Universitat Politècnica de València* (curso académico 2017-2018) han sido los encargados de facilitar esta información mediante encuesta en formato Google Drive cuyos resultados se presentan a continuación:

a) Aprendizaje de lenguas

A través de las respuestas obtenidas, se observa que la mayoría de estudiantes universitarios (81,6%) inició el aprendizaje de inglés en primaria. 42,1% de los encuestados reconoce tener el certificado oficial de nivel A2 de inglés, 7,9% dispone de título oficial de nivel B1 y 7,9% de título de B2, mientras 42,1% carece cualquier tipo de certificación oficial. En cuanto a la experiencia previa de aprendizaje de inglés, la proporción obtenida corresponde al reparto casi equitativo de cursos de inglés general B1 (22,4%), inglés técnico B1 (25%), inglés general B2 (28,9%) o ausencia de experiencia previa (23,7%).

b) Preferencias uso futuro L2

El uso de inglés en el futuro nos deja unas claras evidencias de que los respondientes reconocen la importancia que tiene L2 para lograr objetivos profesionales. La mayoría (78,9%) ha señalado el uso de inglés en su futuro puesto de trabajo o negocio como escenario más probable, la segunda opción más votada (13,2%) es viajes y tiempo libre, en el tercer puesto (6,6%) se encuentra la universidad y entorno educativo, y el último puesto (1,3%) ocupan

ISBN: 978-84-09-02970-9

amistades y familia. En la muestra realizada, los estudiantes eligen para trabajar en los ámbitos de administración de procesos y mantenimiento (32,9%), investigación y desarrollo (28,9%), manejo de proyectos y asesoramiento (27,8%), asistencia técnica y atención al cliente (10,5%). En línea con las expectativas laborales, alumnos de grados técnicos señalan necesidades futuras de vocabulario inglés específico (47,4%), vocabulario inglés general (39,5%), y, en menor medida, gramática inglesa general (7,9%) o específica (5,3%). La destreza lingüística más demanda para su futuro profesional es expresión oral en L2 (81,6%), seguida por comprensión oral (9,2%), expresión escrita (5,3%) y comprensión lectora (3,9%).

Como se puede observar a partir de los datos recopilados, los valores máximos de "totalmente de acuerdo" se obtinen en *Business and Industry* (46,1%), *Project, Creativity and Innovation* (36,8%) y *Environment and Geography* (30,3%). Coincide da valoración de "de acuerdo" de 60,5% en los casos de *Academic Studies, Workplace, Communication and Culture* y *Rules and Regulations*.

c) Propuestas y sugerencias

La encuesta de análisis de necesidades incluiye dos preguntas de respuesta abierta:

- ¿Qué otro tema podríamos incluir en el diseño del curso? Varios encuestados señalaron la necesidad de incorporar : *New technologies, Art, cinema and history, Science, Teamwork, Job application, Marketing strategies, How to communicate well, Business and negotiation*, entre otros.

- ¿Cuál sería el mejor libro de texto de inglés para cada encuestado ? Entre las respuestas obtenidas se encuentran, por ejemplo, *English grammar in use, Gold First, Objective First, Communicating across cultures, Cambridge English B2 level, Face-to-face, My grammar lab, speaking skills books*.

La información obtenida a través de la encuesta responde a un triple objetivo: (i) obtener características de conocimientos de L2 previos de nuestros estudiantes ; (ii) validar posibles temas didácticos ; y (iii) obtener sugerencias en relación con otros temas a incluir en el curso o experiencias propias del alumnado en cuanto al mejor libro de texto de inglés utilizado.

3.2 Dossier

Para alcanzar el cumplimiento de los objetivos curriculares y contestar a las preguntas de investigación marcadas en la parte introductoria, se incorporan los resultados de la encuesta en la planificación didáctica con el fin mejorar la experiencia comunicativo-profesional en L2. En concreto, el objetivo lingüístico se centra en el nivel B2 (Council of Europe 2001, 2018) y conlleva un dominio correcto de las cuatro destrezas (expresión oral y escrita, comprensión lectora y auditiva). Sin embargo, a nivel léxico, partiremos del análisis de necesidades realizado en la presente investigación, de forma que en el índice de nuestro dossier se encuentran los siguiente bloque temáticos y lingüísticos:

Tabla 3. Competencias comunicativas y profesionales reflejadas en el dossier.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Dossier	Communicative competences	Professional competences (competencias transversales C1-C13)
Unit 1. The world around us	Vocabulary: Geography and environment. Grammar: Quantifiers, articles, uncountable and plural nouns.	Comprensión e integración (C1), Aplicación y pensamiento práctico(C2), Análisis y resolución de problemas(C3), Innovación, creatividad y emprendimiento (C4), Diseño y proyecto (C5), Trabajo en equipo y liderazgo (C6), Responsabilidad ética, medioambiental y profesional (C7), Comunicación efectiva (C8), Pensamiento crítico (C9), Conocimiento de problemas contemporáneo (C10), Aprendizaje permanente (C11), Planificación y gestión del tiempo (C12), Instrumental específica (C13).
Unit 2. Health technology	Vocabulary: present and past of health technology. Grammar: comparison and order of adjectives, prepositions at, on, in. Speaking topic: sport.	
Unit 3. On a business trip	Vocabulary: transport and travel. Grammar: infinitive and -ing, irregular verbs.	
Unit 4. Academic issues	Vocabulary: academic CV, writing clearly. Grammar: connectors, prepositions and expressions. Speaking topic: Erasmus interview.	
Unit 5. Buildings and facilities	Vocabulary: buildings, industrial facilities, problems with installations. Grammar: present tense, past tense, present perfect.	
Unit 6. Workplace	Vocabulary: workplace. Grammar: modal verbs. Speaking topic: SWOT analysis.	
Unit 7. Communication	Vocabulary: communication and media. Grammar: future tenses, conditionals, temporal clauses.	
Unit 8. Projects, creativity and innovations	Vocabulary: projects, creativity and innovations. Grammar: active and passive voice.	
Unit 9. Business and industry	Vocabulary: Business and Industry. Grammar: Reported Speech, Reporting Verbs and Their Patterns	
Unit 10. Rules and regulations.	Vocabulary: Rules and regulations. Grammar: future tenses	

Fuente: Elaboración propia (2019)

A la hora de vincular la enseñaza de compencias comunicativas en L2 con las competencias transversales (Tabla 3), el punto de partida son las diez unidades didácticas personalizadas según las necesidades de futuros ingenieros detallados en la primera columna. Asimismo, cada apartado propone un claro enfoque comunicativo-lingüístico de nivel B2 especificado en la segunda columna. En la última columna aparece el listado de las competencias transversales UPV contempladas en actividades del dossier. A modo de ejemplo, pueden mencionarse a las siguientes competencias y actividades dentro de la primera unidad del dossier (Polyakova, Stepins, 2019:10-11) disponibles en el enlace https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/55a735c0-7a0b-4dfe-a0db-b82ce8bb21ff/TOC_0823_09_01.pdf?guest=true :

1) Unit 1. The World around us (* a new unit name for the topic Environment and geography).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Competencias comunicativas, nivel B2 de inglés: vocabulary (Geography and environment), grammar (quantifiers, articles, uncountable and plural nouns).

Competencias transversales: Trabajo en equipo y liderazgo (C6), Responsabilidad ética, medioambiental y profesional (C7), Comunicación efectiva (C8), Pensamiento crítico (C9),Conocimiento de problemas contemporáneo (C10).

Actividades:

Debatir acerca de diferentes tipos de energía en su país (página 10, actividad F); clasificar tipos de energía, indicar ventajas/ desventajas en una tabla (página 11, actividad G); redactar un breve texto dando la opinión sobre la clasificación (página 11, actividad H); trabajar en grupos y presentar diferentes tipos de energía para convencer a los demás para usen este tipo de energía (página 11, actividad I).

Consideramos que con todo esto se puede preparar una base favorable para que el profesorado de inglés de cualquier rama técnica pueda disponer de varias actividades temáticas prediseñadas. Igualmente, el formato de dossier permitirá incorporar tareas de aprendizaje basado en proyectos transversales y explorar nuevos caminos de colaboración con los docentes-expertos en materias técnicas.

4. Conclusiones

En el presente estudio de caso, se ha cuantificado la percepción de los 76 alumnos de Grado de ingeniería de la UPV sobre los temas que estarían motivados a adquirir en L2, en particular el inglés, a través del análisis de las necesidades de los estudiantes. Por otra parte, el objetivo del estudio también se focaliza en establecer un vinculo entre los posibles temas y las habilidades transversales para marcar pautas sobre cómo acercar al alumno a su futuro entorno profesional, donde él será capaz de desenvolverse con facilidad. Para eso se han fusionado los temas del *Dossier* y las trece competencias transversales establecidas por la UPV. Los resultados obtenidos indican que los participantes son críticos con su percepción del nivel de adquisición del inglés mediante comunicación oral y escrita.

Asimismo, las preguntas de investigación establecidas al inicio, reciben las siguientes respuestas: (1) El análisis de necesidades del alumnado universitario ha permitido conocer mejor y valorar la aceptación de diez temas para la herramienta didáctica-objeto de estudio; (2) La aproximación que combina habilidades comunicativas con destrezas profesionas dentro de una planificación pedagógica forma parte de la orientación curricular basada en competencias; (3) Capacidad para abarcar una correcta combinación de compatencias comunicativas en L2 se apoya y, indudablemente, se ve enriquecida por la aplicación de las competencias transversales necesarias para los alumnos de grados técnicos.

Por último, cabe mencionar que el formato de la herramienta didáctica – *Dossier* - permitirá impulsar procesos de aprendizaje activo ya que cualquier docente puede añadir a los diez apartados temáticos sus propias tareas especializadas. Las futuras investigaciones podrían

ISBN: 978-84-09-02970-9

estudiar la creciente importancia de formación en línea y elaborar nuevas aplicaciones pedagógicas del caso que presentamos aquí.

Referencias

Anderson, L.W., Krathwohl D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths J., & Wittrock, M.C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York, USA: Longman.

Civelli, F. (1998). Personal competencies, organizational competencies, and employability. *Industrial and Commercial Training, 30(2)*, 48- 52.

Council of Europe. (2001). *Common European framework of reference for languages: Learning, teaching, assessment*. Cambridge, UK: Press Syndicate of the University of Cambridge.

Council of Europe. (2018). *Common European framework of reference for languages: Learning, teaching, assessment. Companion volume with new descriptors.* Retrieved from https://rm.coe.int/cefr-companion-volume-with-new-descriptors-2018/1680787989

External Reference Group, (2002). *Employability skills for Australian industry: literature review and framework development. Employability skills for the future (DEST).* Canberra, Australia: Department of Education, Science and Training.

External Reference Group, (2006). *Employability skills from framework to practice, an introductory guide for trainers and assessors (DEST).* Canberra, Australia: Department of Education, Science and Training.

Feldhaus C., Wolter R., Hundley S., & Diemer T. (2006). A Single Instrument: Engineering and Engineering Technology Students Demonstrating Competence in Ethics and Professional Standards. *Science and Engineering Ethics 12*, 291-311.

Gaspersz, J. & Ott, M. (1996). *Management of Employability. New Opportunities in Labor Relations*. Assen, Netherlands: Van Gorcum/Stichting Management Studies.

González, J. & Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Bilbao, Spain: Universidad de Deusto.

James, R. (1998). Defining Employability. *t Magazine, June*.

Kongsom T. (2016). The Impact of Teaching Communication Strategies on English Speaking of Engineering Undergraduates. PASAA 51, 39-69.

Mentkowski, M. & Associates. (2000). *Learning that Lasts: Integrating Learning, Development, and Performance in College and Beyond.* San Francisco, USA: Jossey Bass Publishers.

Nation, I.S.P. & Macalister, J. (2010). *Language Curriculum Design*. New York, USA: Routledge.

Nunan, D. (2004). *Task-Based Language Teaching.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Nunan, D. (2013). *Learner-Centered English Language Education: The selected works of David Nunan.* New York, USA: Routledge.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Palmer, A., Montaño, J. y Palou, M. (2009). Las competencias genéricas en la educación superior. Estudio comparativo entre la opinión de empleadores y académicos. *Psicothema, 21(3),* 433-438.

Polyakova, O., Stepins, K. (2019). *Technical Focus. Learner Dossier*. Edited by Ruzana Galstyan. Valencia: Universitat Politècnica de València.

Universidad Politècnica de València (2019). Competencias rasnversales. Recuperado de: http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/indexc.html

Ur., P. (2012). *A Course in English Language Teaching.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Van Dam, K. (1998). Employability, a consequence of the flexible organization. *Psycholoog, 6*, 254 - 259.

Vargas, L.R. (2006). *Perfiles de competencias profesionales demandados por cinco sectores productivos en la ciudad de Tijuana*. Tijuana, México: Instituto Tecnológico de Tijuana.

Walther J., Kellam N., Sochacka N., & Radcliffea D. (2011). Engineering Competence? An Interpretive Investigation of Engineering Students' Professional Formation. *Journal of Engineering Education 100(4)*, 703–740.

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

Diseño de un Kit Modular para Mejorar el Aprendizaje de los Conceptos de Diseño para Ensamblaje (DFA)

J. Serrano-Mira, G.M. Bruscas-Bellido, J.V. Abellán-Nebot, P. Rosado-Castellano, F. Romero-Subirón
jserrano@uji.es; bruscas@uji.es; abellan@uji.es; rosado@uji.es; fromero@uji.es

Dep. Ingeniería de Sistemas Industriales y Diseño, Universitat Jaume I, Avda. Vicent Sos Baynat, s/n, 12071- Castellón (España)

Abstract

Students show significant difficulties when having to acquire and take in certain concepts present in some courses in the field of Manufacturing Engineering. Generally, theoretical concepts taught in class are supported by the use of visuals and graphic material. In addition, application cases are solved in practical sessions to complete the acquisition of related skills. However, it has been proved that a considerable amount of students still misunderstands some concepts and finds their application troublesome. In particular, this is the case of some concepts related to the application of Design for Assembly (DFA). In order to enhance the understanding of the concepts and the acquisition of the required skills for their right application, in this work, the design of several DFA modular kits to be experimentally used by students is proposed. The kits will allow students to practise with various product configurations, each of them including different functional inconsistencies. Product features will be modified by replacing portions of the same component (modular kits) rather than by using a large number of different components with the purpose of simplifying the process and illustrating the idea of modifying a component feature instead of replacing it.

Keywords: *Design for assembly (DFA), modular kits for learning, learning by doing, conceptual understanding.*

Resumen

Los estudiantes presentan dificultades significativas en la adquisición y asimilación de ciertos conceptos presentes en algunas asignaturas del ámbito de la Ingeniería de Fabricación. Generalmente los conceptos teóricos explicados en clase se complementan con material gráfico. Además, la adquisi-

ISBN: 978-84-09-02970-9

ción de las destrezas relacionadas se completa con la resolución de casos de aplicación en sesiones prácticas. Sin embargo, se ha comprobado que una cantidad considerable de estudiantes sigue mostrando dificultades en la compresión de algunos conceptos y encuentra su aplicación problemática. Este el caso de algunos conceptos relacionados con la aplicación del Diseño para Ensamblaje (Design for Assembly, DFA). Con el fin de mejorar la comprensión de los conceptos y la adquisición de las destrezas necesarias para su correcta aplicación, en este trabajo se propone el diseño de kit modular de DFA para ser usado por los estudiantes de forma experimental. Los kits permiten a los estudiantes practicar con varias configuraciones del producto, cada una de ellas con diferentes anomalías funcionales. Se modificarán algunos rasgos característicos del producto sustituyendo partes de un mismo componente (kits modulares) en lugar de utilizando un elevado número de componentes diferentes con el propósito de simplificar el proceso y de inculcar la idea de modificar un rasgo de un componente en lugar de sustituirlo.

Palabras clave: *Diseño para ensamblaje, kits reconfigurables para aprendizaje, aprendizaje basado en experimentación, asimilación de conocimientos.*

1. Introducción

Por regla general, las asignaturas del ámbito de Ingeniería de los Procesos Fabricación resultan de cierta complejidad para un número significativo de estudiantes de los diferentes estudios de ingeniería en las que se imparten. Esto en parte es debido a que la mayoría de los temas tratados resultan novedosos. Así, por ejemplo, en el caso de las asignaturas del ámbito de ingeniería eléctrica y de ingeniería mecánica, la práctica totalidad de estudiantes han recibido docencia previa relacionada con parte de los contenidos, complementada con algunas sesiones prácticas, y además una cantidad relevante de los mismos han experimentado en mayor o menor medida con muchos de sus contenidos, ya sea por curiosidad o por afición. Sin embargo, los temas del ámbito de la fabricación no son tratados de forma reglada salvo en raras ocasiones y, además, es difícil que un estudiante haya llevado a cabo aplicaciones relacionadas con estas materias. Por otra parte, en estas asignaturas se tratan una gran diversidad de temas (metrología, moldeo, mecanizado, deformación plástica, automatización de procesos de fabricación, procesos de soldadura, conformado de plásticos, procesos ensamblaje y de unión, etc.), que provoca que las asignaturas, si se abordan con un mínimo de rigor, sean densas en contenidos y que una parte importante de sus contenidos se aborden de forma descriptiva. Asimismo, en cierta cantidad de aspectos tratados en las sesiones prácticas los estudiantes no pueden participar de un modo activo dados los riesgos que se pueden correr en el uso de determinados equipos.

Con todo ello, se ha observado que no todos los temas tratados presentan la misma dificultad de asimilación. Precisamente, algunos de los contenidos que aparentemente son de más

ISBN: 978-84-09-02970-9

fácil comprensión, es donde se encuentran dificultades mayores. Ocurre que los estudiantes aprenden los conceptos, pero no adquieren las destrezas suficientes para su correcta aplicación. Dentro de este grupo de materias se encuentran los relativos al Diseño para Ensamblaje (DFA: *Design For Assembly*).

En otras materias, tales como mecánica/mecanismos, electricidad, electrónica, neumática, y algunas otras, es fácil encontrar en el mercado conjuntos para montajes o demostraciones de contenidos de estas materias, que además suelen ser reconfigurables, y permiten experimentar con ellos y comprender y asimilar mejor los conocimientos. En el ámbito de fabricación hay escasos, y suelen ser demostrativos, y sobre el DFA no se ha encontrado ninguno. Por ello, desde el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación se ha decidido abordar el desarrollo de conjuntos o kits que sobre un mismo ejemplo de conjunto funcional permitan intercambiar parte de los elementos de modo que resulten en variantes que muestren las diferentes casuísticas y permitan de forma experimental comprobar o practicar los conceptos vistos en las clases de teoría y problemas, facilitando la comprensión y asimilación de los conocimientos y favoreciendo la adquisición de destrezas en su utilización. El interés en adquirir conocimientos mediante la experimentación práctica se ve reforzado, por otra parte, por los resultados obtenidos por los autores en trabajos previos (Serrano *et al*, 2013; Serrano-Mira *et al*, 2014) en los que se concluye que los conceptos asimilados mediante experimentación en sesiones prácticas son más perdurables en el tiempo.

En el presente trabajo se expone el diseño de un kit modular orientado al aprendizaje y comprensión de los conceptos sobre DFA para el caso de ensamblaje manual, el cual está compuesto de pocas piezas, y que permite obtener, mediante la modificación de algunos rasgos característicos que influyen en la ensamblabilidad, un conjunto de múltiples casos que muestren diferentes alternativas de problemáticas y soluciones. La modificación de estos rasgos se consigue mayoritariamente sustituyendo partes de una misma pieza.

2. Metodología actualmente utilizada para la enseñanza del DFA

El DFA es a la vez una filosofía, un proceso y una herramienta de diseño, cuyo objetivo es disminuir el coste total del producto teniendo en cuenta los tiempos de ensamblaje, el coste de las piezas y el proceso de ensamblaje, todo ello en la etapa de desarrollo del producto. El DFA utilizado como técnica por el equipo de desarrollo del producto, permite a éste aprender las ventajas e inconvenientes de varios diseños alternativos, valorando determinadas características, como el número de piezas, la dificultad de manipulación e inserción o el tiempo de ensamblaje.

Para conseguir este objetivo, la aplicación del DFA se aborda desde dos puntos de vista. El primero busca la reducción del número de piezas del ensamblaje; el segundo la simplificación del proceso de ensamblaje aplicando consideraciones de diseño que lo faciliten centradas en los tres grupos de operaciones básicas de ensamblaje: la manipulación de las piezas, su inserción, y su fijación. Existen diversas metodologías para abordar la mejora del en-

ISBN: 978-84-09-02970-9

samblaje, casi todas centradas en la propuesta de reglas o recomendaciones de diseño. En la mayor parte de textos en los que el diseño sobre fabricación y ensamblaje es tratado, existen apartados en los que se proponen estas recomendaciones de diseño (Bakerjian, 1985; Bralla, 1999; Boothroyd *et al.*, 2011)

Boothroyd *et al.* (2011) propusieron una metodología para cuantificar la eficiencia de un diseño desde el punto de vista de su ensamblaje, basada en evaluar la dificultad de manipulación (asir y orientar una pieza que se va a ensamblar), su inserción (colocación en su ubicación final en el producto) y la fijación (operación de fijar la pieza en su lugar si procede). Para ello establecen un conjunto de características de las piezas y procesos que influyen en su dificultad de ensamblaje, y posteriormente realizan una clasificación de las piezas y operaciones en función de estas características y les asignan un tiempo tipo. Ello permite estimar el tiempo necesario de ensamblaje de un diseño sin necesidad de un prototipo, y además permite comparar de un modo cuantitativo varios diseños alternativos. Esta metodología de cuantificación se complementa con la propuesta de recomendaciones a aplicar para mejorar el ensamblaje.

En las asignaturas impartidas desde el Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación de la Universitat Jaume I en las que se trata el DFA, se utiliza la metodología citada anteriormente. La impartición de los contenidos relativos al DFA se lleva a cabo mediante los siguientes tipos de actividades:

- Clases de teoría en las que se imparten los conceptos básicos sobre DFA y se exponen y justifican un conjunto de reglas o recomendaciones de diseño.
- Clases de problemas en las que se resuelven supuestos prácticos de análisis de piezas para analizar su ensamblabilidad, así como problemas de cálculo de la eficiencia de ensamblaje de un producto evaluando diferentes alternativas de diseño. Todo ello resuelto de forma gráfica. En la Figura 1 se muestra uno de los supuestos resueltos en las clases de problemas.
- Sesiones prácticas en las que se lleva a cabo, por parte de los estudiantes, el desmontaje de un producto, y su posterior montaje, evaluando las dificultades de ensamblaje.
- La realización de un trabajo en grupo en el que los estudiantes deben de realizar el rediseño de un producto desde el punto de vista de su ensamblaje aplicando la metodología del DFA vista durante el curso y, teóricamente, comprendidas y asimiladas con las tres actividades anteriores.

Sin embargo, a pesar de emplear esta diversidad de actividades (clases teóricas, sesiones de problemas, sesiones prácticas, aprendizaje basado en proyectos), los resultados de aprendizaje no son los apropiados. Si bien el aprendizaje de los conceptos teóricos sí se logra, la comprensión de los mismos y, sobre todo, la destreza en aplicarlos no se alcanza según lo esperado, apareciendo lagunas importantes en la detección e interpretación de dificultades de ensamblaje, y una frecuente confusión entre aspectos relacionados con las tareas de manipulación y aquellos otros aspectos relacionados con las de inserción. Según los auto-

ISBN: 978-84-09-02970-9

res, esta problemática es debida a la falta de hábito en realizar estas tareas de ensamblaje. Esto se intenta corregir en las sesiones prácticas, en las cuales se lleva a cabo el desmontaje y posterior montaje de dos productos: uno industrial sencillo para los estudiantes de Ingeniería Mecánica, y un pequeño electrodoméstico para los estudiantes de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto. Al realizarlo sobre un único producto, es difícil que se puedan abordar diferentes casuísticas que influyen en el ensamblaje, además de que en su diseño ya se han tenido en cuenta muchas de estas consideraciones, particularmente en el caso del pequeño electrodoméstico. Como resultado de estas sesiones, los principales logros obtenidos son la experiencia adquirida por ciertos estudiantes en desmontar y volver a montar un producto, y ver de qué elementos está compuesto, y no tanto el analizar la ensamblabilidad. Además, no se puede evaluar la evolución de un diseño con diferentes alternativas.

Una solución para paliar esto sería realizar el desmontaje de más productos, o la de productos complejos. Sin embargo, esto no es viable y, además, se duda de que se consiguiese el objetivo ya que lo importante es, sobre todo, experimentar con la evolución de un mismo diseño. Por ello, los profesores de estas asignaturas se plantearon la posibilidad de utilizar como herramienta de aprendizaje la utilización de un producto reconfigurable, constituido por componentes fijas y otras intercambiables que permitiesen experimentar con diferentes alternativas de un mismo producto.

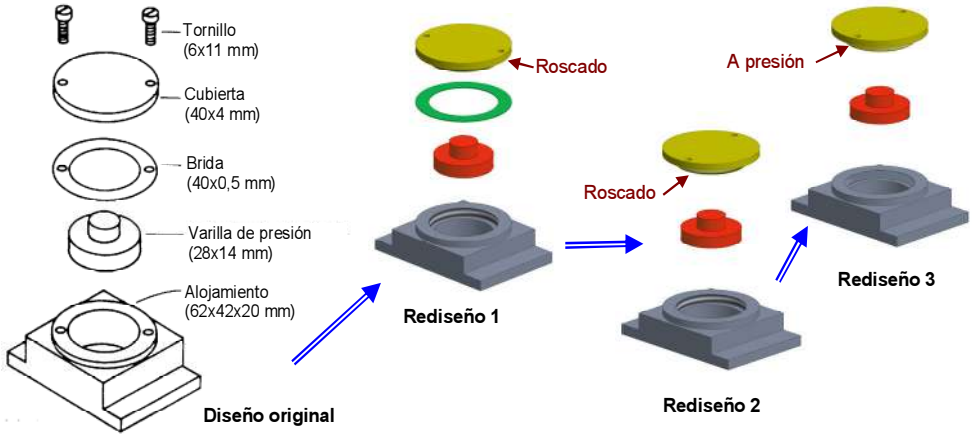


Figura 1. Uno de los supuestos resueltos en las clases de problemas en donde se muestra el diseño original (Boothroyd *et al.*, 2011), y la evolución de diseños mejorados aplicando el DFA.

3. Bases para el diseño del kit modular para la enseñanza del DFA

Para abordar el proceso de diseño del kit modular reconfigurable ha sido necesario realizar un estudio previo que ha permitido establecer el ámbito de aplicación, los conceptos más relevantes a analizar mediante el kit, y el tipo de objeto o producto sobre el que trabajar.

En cuanto al ámbito de aplicación o utilización, se ha debido determinar el tipo de actividad en el que se utilizaría. Las alternativas para realizarlo eran: sesiones de problemas (que se

ISBN: 978-84-09-02970-9

realizan en grupos grandes como las sesiones de teoría), sesiones de laboratorio/taller (prácticas), o bien sesiones de seminario desarrolladas en aula, estas dos últimas en grupos reducidos. La idea era que los estudiantes experimentasen alternativas con guiado del profesor y apoyo de pizarra para aclarar y asentar conceptos, y además que pudiesen trabajar en subgrupos para interaccionar entre varios estudiantes. Por ello, la alternativa seleccionada fue realizarlo en sesiones de seminario, sustituyendo por este seminario la sesión de problemas sobre DFA que se realizaba, y manteniendo la sesión de laboratorio sobre montaje/desmontaje y el trabajo en grupo sobre aplicación del DFA a un diseño existente.

La siguiente tarea llevada a cabo fue determinar cuáles eran los conceptos y habilidades que se deseaban reforzar con esta nueva actividad. Para ello se llevó a cabo un análisis de cuáles eran los errores de concepto y aplicación más habituales, para lo que se revisaron las respuestas en los exámenes sobre cuestiones prácticas del DFA y en el trabajo de rediseño de producto. Así, se determinó que los errores más comunes eran, entre otros, los siguientes:

- En ensamblaje, las tareas relativas a "manipulación" engloban la acción de "asir la pieza" y la de "orientarla en la posición en la que se insertará". Sin embargo, muchos estudiantes entendían la dificultad de orientación como un problema de "inserción".
- No descubrir o intuir dificultades de alineación de piezas a partir de la información gráfica de un diseño, así como las dificultades de insertar piezas originadas por pequeñas holguras y/o entradas sin chaflanes.
- Influencia del espesor de una pieza en la dificultad de manipulación. A pesar de que se indicaba que a partir de unos 2 mm no suelen presentar problemas, era habitual que le asignasen este problema a una pieza delgada aunque su espesor fuera de 5 u 8 mm.
- Enormes problemas en comprender la dificultad de orientación que presentan las piezas que externamente son simétricas e internamente asimétricas.

Finalmente, en cuanto al producto de aplicación, dado que se iba a eliminar la sesión de problemas y que uno de los supuestos resueltos en dichas sesiones era bastante interesante, el mostrado en la Figura 1, se decidió tomar como base el mismo, lo que permitía a la vez resolver un problema, pero experimentando para evaluar las dificultades de ensamblaje. En dicho supuesto, además del exceso de piezas (los tornillos), las piezas más problemáticas son la junta (que presenta dificultad de asir por su delgadez y flexibilidad, y dificultades de orientación y alineación), y la tapa que presenta la dificultad de orientación, alineación. A ello hay que sumar que se han de alinear simultáneamente tres agujeros: el roscado de la base, el de la junta y el de la tapa; y además a la vez para los dos tornillos. Por ello, se propusieron como alternativas: facilitar el asir la junta (aumentando el grosor), alinear la junta y la tapa (con dos tetones de localización), eliminar piezas sustituyendo los tornillos por una tapa roscada, facilitar o no el roscado de la tapa con chaflanes y sin ellos, y en el caso de la tapa roscada, facilitar o no su localización realizado un rebaje. De este modo, el número resultante de alternativas sería de cinco.

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Diseño resultante

Para la materialización de los cinco casos definidos, serían necesarios: cuatro tapas, tres juntas, cinco bases, además de los dos tornillos. Para simplificar el número de piezas necesarias, se analizaron todas ellas para ver cuáles presentaban posibilidades de reconfigurabilidad, concluyéndose que la única era la base, la cual sólo modificaba la parte superior donde se colocaba la junta y la tapa. Así, se decidió diseñar la base como dos piezas: una fija que suponía la casi totalidad de la misma, y un anillo superior intercambiable para obtener diferentes configuraciones, tal como muestra la Figura 2. Por su parte, en la Figura 3 se muestran las cuatro tapas y las tres juntas diseñadas. Estos kits se fabricarán en aluminio (la base fija, los insertos y las tapas), en goma (las juntas), y en silicona y resina de fenol-formaldehído (la varilla de presión). Finalmente, la Figura 4 muestra el prototipo fabricado para el caso del diseño original, y las combinaciones para los cinco casos posibles.

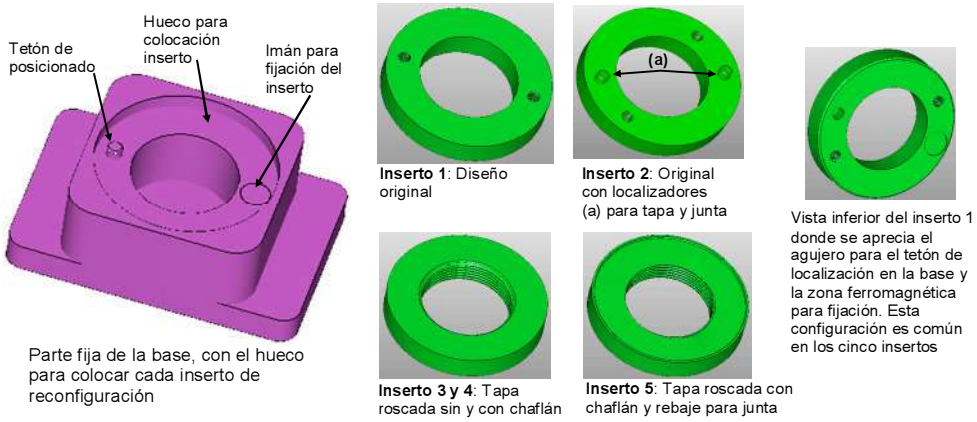
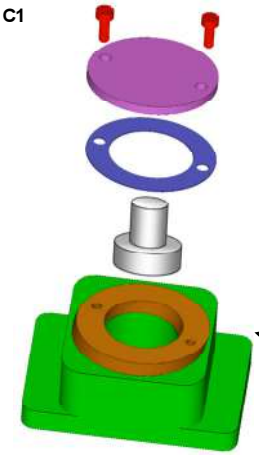


Figura 2. Pieza base reconfigurable, compuesta de la base fija y los cinco insertos intercambiables.

Figura 3. Diseños de las cuatro tapas resultantes y las tres juntas. Los agujeros de las tapas 3 y 4 son ciegos y su función es la de inserción de la herramienta de apriete al roscar.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Prototipo para el caso de estudio C1



Componentes de cada uno de los 5 casos

	Caso				
Componente	**C 1**	**C 2**	**C 3**	**C 4**	**C 5**
Inserto	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5
Tapa	T 1	T 2	T 3	T 4	
Junta	J 1	J 2	J 3		
Otros	Tornillos		----		
Base	Base fija				
Varilla presión	Varilla				

Caso C1: Para analizar el caso 1, primero se configura la base colocando el inserto I1 en la base fija, obteniendo la base 1.
Con ello, se procede a analizar el caso C1 de ensamblaje compuesto por la base1, la varilla, la junta J1, la tapa T1 y los tornillos

Figura 4. Prototipo realizado por técnicas de fabricación aditiva mediante FDM para el caso del diseño original (C1); ejemplo de configuración y secuencia ensamblaje para el caso C1; y combinaciones de elementos para la configuración de cada uno de los cinco casos de estudio posibles.

5. Conclusiones

En el presente trabajo se ha justificado la necesidad de aplicar metodologías docentes basadas en la experimentación mediante el trabajo con diferentes supuestos para mejorar el aprendizaje y asimilación de conocimientos sobre la aplicación del DFA. Para ello se ha diseñado un kit reconfigurable que permite analizar diferentes casos sobre un mismo producto, elaborándose un prototipo para la validación de uno de los casos. Actualmente se está llevando a cabo la fabricación de un conjunto de unidades de este kit que será utilizado en los próximos cursos, analizándose la mejora de los resultados obtenidos en comprensión y adquisición de destrezas en la aplicación del DFA. Asimismo, en breve se va a iniciar el desarrollo de otro kit sobre el uso de tolerancias geométricas en el acotado funcional.

Finalmente, indicar que el desarrollo del trabajo ha contado con la ayuda procedente del proyecto 3574 concedido por la Unidad de Soporte Educativo de la Universitat Jaume I.

Referencias

Bakerjian, R. (1985). *Tool and Manufacturing Engineers Handbook. Vol. 6. Design for Manufacturability*. Society of Manufacturing Engineers, Dearbon, Michigan (EE.UU.)

Boothroyd, G., Dewhurst, P. & Knight, W. (2011). *Product design for Manufacture and Assembly*. CRC Press - Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, (EE.UU.)

Bralla, J.G. (1999). *Handbook of product design for manufacturing: A practical guide to low-cost production*. McGraw-Hill, New York, (EE.UU.)

Serrano J., Prades L., Bruscas G.M., Abellán-Nebot J.V. (2013). *An Investigation into Alternative Conceptions and Knowledge Retention of Manufacturing Concepts in Undergraduate/Graduate Engineering Students*. Procedia Engineering, Elsevier. 63, 261-269.

Serrano-Mira J., Abellán-Nebot J.V., Bruscas-Bellido G.M. (2014). *Knowledge Retention of Manufacturing Concepts in Short and Medium Term in Engineering Degrees*. Key Engineering Materials - Advances in Manufacturing Systems. Trans Tech Publications. 615, 183-188.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Coordinación de Competencias Transversales en el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos en el Campus de Alcoy de la Universitat Politècnica de València

A. Jorda-Vilaplana[a] y M. Valor Valor[a]
amjorvi@upv.es, mvalor@dig.upv.es

[a] Departamento de Ingeniería Gráfica, Universitat Politècnica de València, Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801, Alcoy, España.

Abstract

In this article we want to present the work done on how the transversal competences, recently introduced in the memory of the Degree in Engineering in Industrial Design and Product Development of the Universitat Politècnica de València, are developed and distributed both horizontally and vertically among the different subjects of the degree. This work has allowed to verify an unequal allocation of competences between the different subjects as well as the difficulty of distributing some transverse competence in each of the four courses of the qualification. Likewise, the information on activities and evaluation criteria has been compiled in each subject control point of a transversal competence.

Keywords: *Transversal competences, industrial design, evaluation criteria, control point.*

Resumen

En este artículo se quiere exponer el trabajo realizado sobre cómo las competencias transversales, recientemente introducidas en la memoria del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos de la Universitat Politècnica de València, se desarrollan y distribuyen tanto horizontal como verticalmente entre las distintas asignaturas del grado.

Este trabajo ha permitido comprobar una desigual asignación de competencias entre las distintas asignaturas, así como la dificultad de distribuir alguna competencia transversal en cada uno de los cuatro cursos de la titulación.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Asimismo, se ha recopilado la información que se realiza sobre actividades y criterios de evaluación en cada asignatura punto de control de una competencia transversal.

Palabras clave: *Competencias transversales, diseño industrial, criterios de evaluación, punto de control.*

1. Introducción

La Universitat Politècnica de València (UPV) está desarrollando un proyecto institucional por el cual se están introduciendo las competencias transversales (CT) en los distintos grados que se imparten en la misma, pues considera que las capacidades que se alcanzan con las CT sintetizan un perfil competencial que garantiza que se cubre el marco de referencia de todas las titulaciones.

Se determinan trece CT que son las siguientes:

CT01-Comprensión e integración, CT02-Aplicación y pensamiento práctico, CT03-Análisis y resolución de problemas, CT04-Innovación, creatividad y emprendimiento, CT05-Diseño y proyecto, CT06-Trabajo en equipo y liderazgo, CT07-Responsabilidad ética, medioambiental y profesional, CT08-Comunicación efectiva, CT09-Pensamiento crítico, CT10-Conocimiento de problemas contemporáneos, CT11-Aprendizaje permanente, CT12-Planificación y gestión del tiempo, CT13-Instrumental específica.

La evaluación de estas competencias en el caso de los grados se realiza mediante 4 puntos de control distribuidos en dos niveles. El primer nivel se corresponde con dos puntos de control a localizar en asignaturas de primer y segundo curso y el segundo nivel con dos puntos de control en asignaturas de tercer y cuarto curso.

Recientemente se han introducido las CT en la memoria del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (GIDIDP) de la Universitat Politècnica de València (UPV), lo cual ha obligado a una revisión de cómo se distribuyen tanto vertical como horizontalmente en las distintas asignaturas del grado que son puntos de control. Cabe destacar que este grado se imparten en dos escuelas de la UPV, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) y la Escuela Politécnica Superior de Alcoy (EPSA), centrándose el análisis que se presenta en la EPSA debido a la introducción de un cambio de secuenciación de asignaturas. La finalidad de este cambio ha sido introducir aspectos del diseño industrial en primer curso para satisfacer al alumnado tan heterogéneo que accede a este grado de ingeniería y adelantar lo más posible las asignaturas instrumentales para así poder apoyar a la mayoría de asignaturas en el desarrollo de sus trabajos.

Además, esta revisión también ha permitido comprobar a través de las guías docentes de las asignaturas punto de control, qué actividades se están desarrollando para evaluar la CT, así como los criterios de evaluación empleados en cada caso.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2. Coordinación de las Competencias Transversales CT.

El punto de partida de este trabajo ha sido observar como resultaba la relación entre CT y Materias, tras la introducción de las primeras en la memoria del título. En la Tabla 1 se puede observar esta relación entre CT y Materias, así como las asignaturas que inicialmente son punto de control de la CT en cuestión y que están señaladas con una X.

En esta tabla se observa una desigual asignación de CT entre las asignaturas, desde asignaturas sin CT asignada hasta asignaturas con tres CT asignadas. También se observa que cada CT tiene asignados cuatro puntos de control, excepto la CT12 con tres y la CT11 con cinco.

Tabla 1. Relación entre CT y Materias del GIDIDP.

MATERIA	ASIGNATURA	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT 6	CT 7	CT 8	CT 9	CT10	CT11	CT12	CT13
EMPRESA	Empresa							X	X		X			
EXPRESION ARTÍSTICA	Expresión Artística		X		X								X	
FORMACIÓN TRANSVERSAL DE LA INGENIERÍA	Expresión Gráfica I											X		
	Expresión Gráfica II													
	Física	X		X								X		
INFORMÁTICA	Informática													
MATEMÁTICAS	Matemáticas I									X				
	Matemáticas II			X						X				
PRINCIPIOS TECNOLÓGICOS	Materiales													
	Mecánica Tª de Mecanismos			X						X				
	Resistencia de Materiales			X							X			
	Tecnol.Eléctrica/Electrónica													X
PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y GESTIÓN DE PROYECTOS	Mercadotecnia Asp. Legales				X			X			X			
	Oficina Técnica					X							X	
	Procesos Industriales							X					X	
METODOLOGÍAS DEL DISEÑO	Diseño Asistido Ordenador		X									X		
	Metodología del Diseño	X	X			X								
FUNDAMENTOS DEL DISEÑO	Diseño Básico y Creatividad				X	X	X							
	Estética Historia del Diseño						X		X		X			
	Diseño Gráfico Comunicac.	X							X					
	Envase y Embalaje				X		X	X						
	Ergonomía	X					X			X				
TALLER DE DISEÑO	Taller de Diseño I					X								X
	Taller de Diseño II													
	Taller de Diseño III													X
TECNOLOGÍA ESPECIFICA DISEÑO INDUSTRIAL	Materiales II							X				X		
	Técnicas presentación prod.		X						X			X		X

Fuente: Elaboración propia

2.1 Coordinación horizontal

A partir de la Tabla 1, y con la finalidad de analizar la coordinación horizontal de las CT, se desarrolló la Tabla 2 en donde se disponen ya no las Materias, como en la Tabla 1, sino las asignaturas que integran cada Materia ordenadas por curso. En esta Tabla 2 están sombreadas las casillas que podrían asignarse como punto de control en la asignatura correspondiente, según lo indicado en la memoria del título. Así mismo se señala con una X la asignación

ISBN: 978-84-09-02970-9

previa a la modificación de la secuenciación de asignaturas, con una P la propuesta de asignación y con una Q la propuesta de supresión del punto de control inicial.

Tabla 2. Distribución por curso de CT entre asignaturas obligatorias.

ESTRUCTURA DE LAS CT CON LA NUEVA TEMPORALIZACION	1º								2º						3º								4º		
	Expresión Gráfica I	Informática	Expresión Gráfica II	Empresa	Estética e Historia del	Expresión Artística	Física	Matemáticas I	Materiales	Matemáticas II	Materiales II	Taller de Diseño I	Diseño Asistido por	Diseño Básico y Crea-	Metodología del Di-	Mecánica y Teoría de	Tecnología Eléctrica /	Ergonomía	Diseño Gráfico y Co-	Envase y Embalaje	Resistencia de Mate-	Taller de Diseño II	Técnicas de presenta-	Procesos Industriales	Oficina Técnica	Taller de Diseño III	Mercadotecnia y As-
CT01 - Comprensión e Integración			P				Q								X			X	X								
CT02 - Aplicación y pensamiento práctico						X						X			X								X				
CT03 - Análisis y resolución de problemas		P					Q			X						Q					X					P	
CT04 - Innovación, creatividad y emprendimiento						X								X						X							X
CT05 - Diseño y proyecto												P		X	Q							X			Q	P	
CT06 - Trabajo en equipo y Liderazgo					X									X				X		X							
CT07 - Responsabilidad ética, medioambiental y profesional				X							X									X				X			X
CT08 - Comunicación efectiva				X	Q				P										X			X					
CT09 - Pensamiento crítico								X		X						X		Q							P		
CT10 - Conocimiento de problemas contemporáneos				Q	X				P												X						X
CT11 - Aprendizaje permanente	X						X				Q		X				P					X					
CT12 - Planificación y gestión del tiempo						X																	X	X			
CT13 - Instrumental específica												X					X				P	Q				X	

Fuente: Elaboración propia

Para proponer estas modificaciones se han tomado en consideración los siguientes aspectos:

- Procurar que no se repita en el mismo curso una CT con dos puntos de control. Con esto se pretende que la evaluación de la CT sea progresiva y lo más constante posible. Hay que considerar que en cuarto curso hay pocas asignaturas obligatorias, lo que requiere que varias CT deban tener dos puntos de control en un mismo curso.
- Que todas las asignaturas tengan asignada como mínimo una CT y como máximo tres. En la actualidad existe una distribución relativamente desigual de los puntos de control entre las distintas asignaturas, por lo que es conveniente efectuar una distribución más equitativa de los puntos de control.
- Mantener en la medida de lo posible la asignación actual de CT. El proyecto institucional de las CT se inició de manera experimental y no obligatoria, lo que supuso un esfuerzo por parte de los profesores con asignaturas punto de control. Los profesores tuvieron que estudiar como introducir la actividad y evaluación de la CT en

ISBN: 978-84-09-02970-9

su programa docente y en reconocimiento a este esfuerzo se pretende mantener la asignación actual.

Con esta redistribución de puntos de control en primer curso se cubren todas las CT excepto la *CT05-Diseño y proyecto* y *la CT13-Instrumental especifica*. Esta ausencia de punto de control en estas CT en primer curso no resulta relevante ya que son dos competencias preferibles de evaluar en cursos superiores, cuando el alumno tenga mayor capacidad de afrontar las actividades relacionadas con las mismas. Señalar que, en este primer curso, la *CT11-Aprendizaje permanente* tiene dos puntos de control debido a que las asignaturas de cuarto curso no tienen posibilidad de asignación de esta CT.

En segundo curso no existe punto de control de la *CT12-Planificación y gestión del tiempo*, ya que las asignaturas de las materias que tienen asignada la mencionada CT no se localizan en este curso. También señalar que en este segundo curso las *CT02-Aplicación y pensamiento practico y CT05-Diseño* y *Proyecto* tiene dos puntos de control debido, en el primer caso a que las asignaturas de cuarto curso no tienen posibilidad de asignación de esta CT y en el segundo caso a que en el primer curso era una de las dos CT no asignadas.

En tercer curso se contemplan puntos de control para todas CT e incluso la mayoría de las duplicidades de punto de control, así las siguientes CT tienen dos puntos de control: *CT01-Comprension e integración, CT06-Trabajo en equipo y liderazgo, CT07-Responsabilidad ética, medioambiental y profesional, CT8-Comunicacion efectiva* y *CT13-Instrumental especifica.*

En cuarto curso se contemplan puntos de control para todas las CT que son posibles de aplicar a las asignaturas de este curso. Las CT no evaluadas en este curso se han asignado en cursos anteriores.

2.2 Coordinación vertical

Para analizar la coordinación vertical se ha partido de la recopilación de la información que consta en las guías docentes de las asignaturas punto de control y de las rubricas modelo de cada CT desarrolladas por la UPV para cada nivel. Un ejemplo de estas rubricas es la que se ofrece en la Tabla 3.

De las guías docentes se ha considerado que actividad se realiza para evaluar la CT, así como los criterios de evaluación aplicados.

De las rubricas modelo se han considerado los resultados de aprendizaje que se proponen para cada nivel y los indicadores como ejemplos, estos últimos, de posibles de criterios de evaluación.

A continuación, y como ejemplo de lo obtenido para cada CT, se ofrecen la Tabla 4 con la recopilación de datos de la *CT06-Trabajo en equipo y liderazgo.* En esta Tabla 4 se puede observar que generalmente los criterios de evaluación son más bien métodos de evaluación.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Tabla 3. Rubrica modelo UPV para la CT06, nivel de dominio I.

RÚBRICA UPV CT-06. TRABAJO EN EQUIPO Y LIDERAZGO

Nivel de dominio I

Resultado de aprendizaje: participar y colaborar activamente en las tareas del equipo, orientándose hacia el trabajo común.

INDICADORES	DESCRIPTORES				EJEMPLOS DE POSIBLES EVIDENCIAS
	D. No alcanzado	C. En desarrollo	B. Bien /adecuado	A. Excelente/ejemplar	
Acepta y cumple los objetivos del equipo	No cumple con los objetivos comunes del equipo	Acepta los objetivos comunes que no entran en conflicto con sus intereses	Acepta y cumple los objetivos comunes	Cumple con los objetivos del equipo y motiva al resto de integrantes para alcanzarlos	○ Realiza las tareas que le son asignadas. ○ Transmite mensajes de ánimo a sus compañeros.
Acude y participa activamente en las reuniones del equipo	No acude a las reuniones o acude con una actitud negativa	Acude a las reuniones	Acude a las reuniones con una actitud de escucha activa y participativa	Participa activamente en las reuniones y fomenta la participación del resto de miembros del equipo	○ Figura como asistente en las actas realizadas por el equipo de cada reunión. ○ Expresa su propia opinión y pregunta la opinión a sus compañeros.
Realiza las tareas que le son asignadas dentro del equipo en el plazo fijado	No realiza las tareas asignadas	Realiza las tareas asignadas parcialmente y/o no siempre cumple los plazos	Realiza las tareas asignadas dentro del plazo establecido	Realiza las tareas asignadas con un alto nivel de calidad, en los plazos establecidos	○ Cumple los plazos. ○ Realiza las tareas con un nivel óptimo/excelente de calidad.

Fuente: Instituto de Ciencias de la Educación UPV

Tabla 4. Actividades y criterios de evaluación en los puntos de control de la CT06.

	NIVEL I		**NIVEL II**	
Resultados de aprendizaje	Participar y colaborar activamente en las tareas del equipo, orientándose hacia el trabajo común		Participar en equipos de trabajo, comprometiéndose y participando activamente en el logro de los objetivos de trabajo	
Asignatura	DISEÑO BÁSICO Y CREATIVIDAD	ESTÉTICA E HISTORIA DEL DISEÑO	ENVASE Y EMBALAJE	ERGONOMÍA
Actividades	Realización por equipos prueba de eficacia resolutiva, eficiencia organizativa y calidad ejecutiva. Diseño tridimensional de módulos y sus estructuras multidireccionales correspondientes. Documentación del progreso del proyecto y ejecución final. Presentación y defensa del ejercicio.	Se realizarán actividades grupales, trabajo académico, el estudio de un caso y un proyecto, en equipo de 5 alumnos como máximo.	Se realizará un proyecto por grupos, de un nuevo envase y/o embalaje para un producto nuevo, en el que los alumnos deberán analizar y seleccionar diseños, materiales y funcionalidades.	Estudio, análisis y diseño ergonómico de un producto por grupos.
Criterios de evaluación	Control de cumplimiento de objetivos. Calidad gráfica, Calidad de estructura. Comparativa razonada de propuestas por grupos.	Se facilitará a los alumnos las rúbricas a partir de las cuales se les evaluará	Mediante exposición oral, evaluada por los profesores y entre iguales, basándose en una rúbrica que se confeccionará para tal actividad	Informe y presentación oral
Indicadores	Aceptar y cumplir los objetivos del equipo y realizar las tareas que le son asignadas en la construcción de un volumen.	Realizar las tareas que le son asignadas dentro del equipo en el plazo fijado, en el estudio de un caso de producto ejemplar.	Participar en el diseño de un envase o embalaje.	Participar en el diseño ergonómico de un producto.
Posibles puntos de control	Empresa, Informática		Diseño Gráfico	

Fuente: Elaboración propia

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Resultados

Los resultados obtenidos en este artículo, se puede observar en las Tabla 5 y 6 siguientes, donde se relacionan las trece CT del GIDIDP, con las asignaturas que se imparten en cada curso, desde primero a cuarto. También se ha estipulado un criterio de evaluación, para poder evaluar una competencia de la misma forma en distintas asignaturas. En estas Tablas 5 y 6 se puede observar en que asignatura se aplica cada competencia y en que curso. Cabe recordar que hay cursos, donde no hay asignatura que aplique una competencia concreta, porque se impartirá o se ha impartido en otros cursos.

A modo de ejemplo, la competencia *CT-01. Comprensión e integración* se aplica en la asignatura de primero en Expresión Gráfica II, en segundo curso, en la asignatura Metodología del Diseño, en tercer curso en dos asignaturas Taller de Diseño I y Diseño Básico y Creatividad, sin embargo, en cuarto curso no se aplica en ninguna asignatura; en todas ellas se propone el mismo criterio de evaluación: transferir los contenidos de la asignatura a la práctica. Si se observa el resto de la Tabla 5, es fácil entender la metodología aplicada.

Si se considera en esta Tabla 5 la *CT-06 Trabajo en equipo y liderazgo*, se verá que se ha definido como criterio de evaluación que engloba a las cuatro asignaturas: aceptar y cumplir los objetivos del equipo y realizar las tareas. Con esto las actividades grupales indicadas en la Tabla 4, que se desarrollan en las cuatro asignaturas, se pueden mantener.

Tabla 5. Competencias Transversales relacionadas con las asignaturas por curso (1).

CT	Asignaturas por cursos:
CT-01. Comprensión e integración	Expresión gráfica II -1B Metodología del diseño -2T Taller de diseño I-2B y Diseño básico y creatividad – 2T No se aplica.
Criterio de evaluación: transferir los contenidos de la asignatura a la práctica.	
CT-02. Aplicación y pensamiento práctico	Expresión artística -1T Metodología del diseño-2T y Diseño asistido por ordenador-2T Técnicas de presentación de productos (10357)-3A No se aplica.
Criterio de evaluación: proponer soluciones formales a las actividades planteadas.	
CT-03. Análisis y resolución de problemas	Informática -1A Matemáticas II -2A Resistencia de materiales -3B Taller de diseño III -4A
Criterio de evaluación: elegir la solución óptima después del análisis del problema.	
CT-04. Innovación, creatividad y emprendimiento	Expresión artística -1T Diseño básico y creatividad -2T Envase y embalaje -3B Mercadotecnia y aspectos legales -4ª
Criterio de evaluación: aportar ideas y planteamientos originales para mejorar el producto.	
CT-05. Diseño y proyecto	No se aplica. Taller de diseño I-2B y Diseño básico y creatividad -2T Taller de diseño II (10354)-3B Taller de diseño III (10355)-4A
Criterio de evaluación: establecer unos objetivos claros para definir un producto mediante criterios funcionales, ergonómicos y formales y proponer las acciones para la consecución de los mismos.	
CT-06. Trabajo en equipo y liderazgo	Estética e historia del diseño -1B Diseño básico y creatividad -2T Ergonomía -3A y Envase y embalaje -3B No se aplica.
Criterio de evaluación: aceptar y cumplir los objetivos del equipo y realizar las tareas.	

Fuente: Elaboración propia

ISBN: 978-84-09-02970-9

Tabla 6. Competencias Transversales relacionadas con las asignaturas por curso (2).

CT-07. Responsabilidad ética, medioambiental y profesional	Empresa -1B Materiales II -2B Envase y embalaje -3B y Procesos industriales -3T Mercadotecnia y aspectos legales -4A
Criterio de evaluación: reflexionar sobre las consecuencias y efectos que las decisiones y propuestas.	
CT-08. Comunicación efectiva	Empresa -1B Materiales-2A Diseño gráfico y comunicación -3A y Técnicas de presentación de productos-3A No se aplica.
Criterio de evaluación: presentar un discurso coherente y cohesionado sobre el caso asignado.	
CT-09. Pensamiento critico	Matemáticas I -1T Matemáticas II -2A Mecánica y teoría de mecanismos -3A Oficina técnica -4A
Criterio de evaluación: valorar las implicaciones, pros y contras, de diferentes alternativas o soluciones	
CT-10. Conocimiento de problemas contemporáneos	Estética e historia del diseño-1B Materiales-2A Resistencia de materiales -3B Mercadotecnia y aspectos legales-4A
Criterio de evaluación: identificar/listar problemas contemporáneos relacionados con el diseño industrial.	
CT-11. Aprendizaje permanente	Expresión gráfica I-1A y Física-1T Diseño asistido por ordenador-2T Tecnología eléctrica / electrónica-3A No se aplica
Criterio de evaluación: seleccionar las estrategias de aprendizaje más adecuadas y mantener una actitud activa y responsable durante el proceso de aprendizaje	
CT-12. Planificación y gestión del tiempo	Expresión artística-1T No se aplica Procesos industriales-3T Oficina técnica-4A
Criterio de evaluación: asignar tiempos adecuados a las actividades programadas y jerarquizándolas en función de su importancia.	
CT-13. Instrumental especifica	No se aplica Taller de diseño I-2B Tecnología eléctrica-electrónica-3A y Taller de diseño II -3B Taller de diseño III-4A
Criterio de evaluación: seleccionar y combinar las herramientas adecuadas en cada caso.	

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

En este artículo se ha pretendido obtener una distribución equitativa de CT entre las asignaturas obligatorias del GIDIDP y al mismo tiempo unificar los criterios de evaluación de las CT en las asignaturas donde se aplica la misma competencia.

Los criterios de evaluación ofrecidos deben servir para obtener unos resultados de aprendizaje que garanticen al alumno alcanzar la mejor evaluación posible de cada una de las CT del título. Este nuevo esquema de CT está previsto que se implante el próximo curso.

Referencias

Memoria de Verificación del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Recuperado de http://www.upv.es/titulaciones/GIDIDP-A/menu_urlc.html?/titulaciones/GIDIDP-A/info/GIDIDP_mva.pdf

Proyecto de Competencias Transversales UPV. Universitat Politècnica de València. Recuperado de http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/info/955712normalc.html

ISBN: 978-84-09-02970-9

Interpretación de la metodología DesignThinking aplicada a asignaturas de proyectos

C. Moreno-Díaz[a], C. Alía[a], D. Martínez[a], R. Ocaña[a], P. Bris[a], F. Bendito[a], J. Narbón[a]
cristina.mdiaz@upm.es

[a] Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (Universidad Politécnica de Madrid, Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid, España)

Abstract

Subjects of degrees based on projects focused on performing a service to the community are increasingly important in the ETS de Ingeniería y Diseño Industrialofthe Universidad Politécnica. For this reason, in the subject "Design Workshop II" of the Degree in Design Engineering and Product Development, a project has been proposed to "Improve the Lavapiés district of Madrid" with the only requirement of doing so using new technologies. The students had to propose solutions to problems and needs in a creative way. In this context, methodologies such as Design Thinking are used common in order to dynamic the generation of ideas and solutions. However, a project like the one proposed for Lavapiés, is a problem so complex, open and interdisciplinary in which is necessary to combine DesignThinking with other methodologies and tools to be able to find viable design solutions. And this is the issue that this work is about, to provide an interpretation to the DesignThinking methodology using the method designed by Dorst for those prob lems with complex solutions where there are many intertwined factors.

Keywords: *DesignThinking, service-learning, project-based learning, Dorst methodology.*

Resumen

Las asignaturas de Grado basadas en proyectos enfocados a realizar un servicio a la comunidad son cada vez más importantes en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid. Por eso, en la asignatura "Taller de Diseño II" del Grado en Ingeniería de Diseño y Desarrollo de Producto, se ha planteado un proyecto para "Mejorar el barrio de Lavapiés de Madrid" con el único requisito de hacerlo empleando nuevas tecnologías. Los alumnos debían plantear soluciones a problemas y

ISBN: 978-84-09-02970-9

necesidades de forma creativa. En este contexto, es común emplear metodologías como el DesignThinking para la generación de ideas y soluciones al ser muy dinámica. Sin embargo, un proyecto como el planteado para Lavapiés, es un problema tan complejo, abierto e interdisciplinar que se necesita compaginar el DesignThinking con otras metodologías y herramientas para poder encontrar soluciones de diseño viables. Y de esto trata este trabajo, de proporcionar una interpretación a la metodología del DesignThinking empleando el método diseñado por Dorst para aquellos problemas con soluciones complejas donde hay muchos factores entrelazados.

Palabras clave: *DesignThinking, aprendizaje-servicio, aprendizaje basado en proyectos, metodología de Dorst.*

1. Introducción

En las asignaturas de Grado de la E.T.S. de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid, los proyectos enfocados a la comunidad están tomando cada vez más relevancia. La metodología activa de Aprendizaje-Servicio resulta una herramienta adecuada a este propósito ya que fomenta el análisis crítico, la comprensión de problemas reales y detecta las verdaderas necesidades de la sociedad. En este contexto, la metodología DesignThinking ha sido una herramienta muy útil para generar ideas y soluciones (Cross, 2011). Es un enfoque muy extendido en el ámbito del diseño centrado en el usuario. No existe una única definición consensuada para este concepto, pero caben destacar algunos aspectos de esta metodología: focalizar la atención en la experiencia del usuario; fomentar la acción durante las diversas fases del proceso; trabajo realizado en equipo, incorporando perfiles relacionados con el campo de las emociones; realización de prototipos que puedan ser testados por el usuario; se vale del fracaso para avanzar. Esta metodología se desarrolla en varias fases de acercamiento al problema: una fase inicial de apertura divergente a la formulación de ideas, seguida de un proceso de convergencia para generar propuestas, incorporando la experiencia directa del usuario para comprobar su adecuación y funcionalidad. Mediante un proceso rápido e iterativo, la propuesta final se acerca cada vez más hacia aquello que satisface las necesidades y deseos de los usuarios.

Sin embargo, la metodología del DesignThinking también tiene un lado más oscuro. Puede estar enfocada a conseguir un negocio. La falta de rigor durante el proceso de trabajo puede levantar falsas expectativas en los clientes, e incluso no ofrecer la solución a sus problemas. Puede ocasionar intrusismo. Además hay otro inconveniente muy importante, la dificultad de aplicación a problemas muy complejos, abiertos e interdisciplinares. Al afrontar un problema de estas características, sin acotar y muy abierto, existen otras metodologías de diseño que complementan al DesignThinking y que presentan un método guiado para encontrar soluciones en estas circunstancias. La metodología propuesta por Dorst ayuda a pasar de toda la información generada en una primera fase de investigación al diseño de propuestas viables para resolver problemas de esta naturaleza (Dorst, 2015).

ISBN: 978-84-09-02970-9

El objetivo de este trabajo es exponer la interpretación del DesignThinking usando la metodología de Dorst en un proyecto concreto planteado a nuestros alumnos: "Mejorar el barrio madrileño de Lavapiés empleando nuevas tecnologías". Las posibles soluciones son complejas por la singularidad de este entorno urbano, donde las oportunidades de diseño son inmensas y los usuarios muy variados con intereses muchas veces contrapuestos (Fanjul, 2019). Se mostrarán los resultados después de emplear distintos procesos y herramientas de diseño en un asignatura concreta del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la ETSIDI de la UPM como es "Taller de Diseño II", poniendo de manifiesto las ventajas y posibilidades que abren estas metodologías.

2. Metodología de Dorst

Es una metodología adaptada a proponer soluciones a problemas complejos del campo del diseño, los cuales no están claramente definidos ni acotados, que no se limitan a una única disciplina y generalmente no son resolubles a través del diseño de un solo producto. Ayuda a plantear propuestas más allá de la componente económica asociada al DesignThinking (Lawaon, 2015). Dorst se apoya en el siguiente esquema para explicar el proceso a seguir para la resolución de problemas:

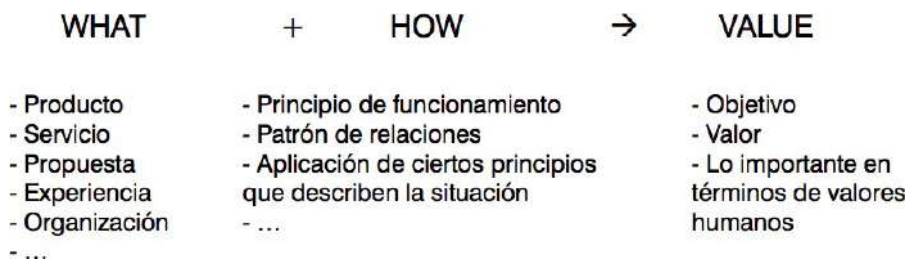


Figura 1. Esquema de la Metodología de Dorst.

Es una ecuación que se debe pensar en sentido inverso, donde los Valores (Value) son lo más importante. Los Valores se refieren a qué es importante para las personas. Son motivaciones que cambian con el tiempo, dinámicas, que evolucionan y cuyo cambio hace que el resto de la ecuación también cambie. El Cómo (How) se refiere a las técnicas que se utilizan, a los principios, etc. El Qué (What) es lo que se busca: el producto/propuesta que da solución a un problema. Por tanto, es muy importante definir adecuadamente los Valores de los que partir y para ello Dorst plantea el siguiente procedimiento:

ISBN: 978-84-09-02970-9

0. Definición del problema. Es el punto inicial. Consiste en una fase previa de documentación e investigación que nos permita conocer todos los puntos de vista posibles del problema a resolver.

1. Arqueología. Se recogen las propuestas de actuación que ya han sido probadas para tratar de dar solución a los problemas formulados en la fase anterior, y se analiza el alcance y éxito que hayan tenido.

2. Paradoja. En esta fase se detectan aquellos pares de fuerzas opuestas (paradojas) que hacen que el problema sea difícil de resolver mediante una estrategia de diseño "tradicional".

3. Contexto y 4. Campo. Identificación de los actores tanto directos como tangenciales. Es muy importante definir contexto y campo porque cualquiera de los actores identificados pueden resultar parte de la solución al problema. Los intereses y motivaciones tanto de usuarios directos como indirectos se traducen en valores, conceptos abstractos a los que se dirigirán las propuestas de actuación. Estos valores deben ser formulados en términos positivos.

5. Tema. Consiste en hacer una lista con los actores y sus valores. Una vez formulados los valores se agrupan por temas, asociándolos por similitudes.

6. Marco de Referencia. Es la fase más creativa. A partir de la elección de alguno de los temas planteados (grupo de valores), se elige una situación, experiencia, escenario en el que estos temas sean una condición fundamental. Una vez descritas las características de esta nueva situación (marco de referencia) se realiza una analogía con el problema al que tratamos de dar solución. Puede darse la situación que este trasvase por analogía no resulte operativo, en cuyo caso se debe formular un nuevo marco de referencia en base a los grupos de valores elegidos anteriormente (temas). En caso positivo se pasa a la siguiente fase de diseño.

La visualización del problema original a partir de un nuevo punto de vista (nuevo marco de referencia), permite formular propuestas de actuación novedosas y creativas, que además de tratar de solucionar los problemas de partida puedan incluso mejorar otras condiciones del entorno del mismo.

3 Caso de estudio: Propuestas de mejora en el barrio de Lavapiés (Madrid) siguiendo las metodologías del DesignThinking y de Dorst

El proyecto de curso planteado en la asignatura Taller de diseño II (ETSIDI-UPM) consiste en la formulación de propuestas de mejora de la experiencia de los usuarios del barrio de Lavapiés, aplicando nuevas tecnologías en las soluciones de diseño. En la actualidad Lavapiés se define como un barrio muy paradójico. Se considera una de las áreas de Madrid centro con mayor atractivo turístico, caracterizado por una notable multiculturalidad y gran oferta de alojamiento y ocio. Pero sin embargo sus vecinos sufren las consecuencias de esta popularidad y además están atravesando un proceso progresivo de gentrificación.

ISBN: 978-84-09-02970-9

(Bousmaha, 2019) (Martínez, 2017). Este barrio por tanto ofrece un conjunto de problemas definidos como complejos, abiertos y dinámicos, para los que la aplicación de las metodologías descritas resultan muy apropiadas.

Para acometer la primera fase de investigación y de definición del problema se propone a los alumnos utilizar las siguientes herramientas propias del DesignThinking:

1. Panel de Investigación, Mapa Mental o Collage. Consiste en analizar y conocer todos los problemas asociados al barrio y ver más allá de una suma de problemas concretos. Una vez que está toda la información contrastada se debe agrupar entendiendo las relaciones que existen entre los distintos problemas sin olvidar que no hay una foto fija del barrio, sino que su problemática evoluciona con el tiempo a la vez que cambian las circunstancias del mismo.
2. Perfiles de personas. En relación a la información recogida y analizada, se plantean diferentes "perfiles de personas", que serán los beneficiarios teóricos de las propuestas finales. Estos perfiles responden a modelos basados en personas reales del barrio.
3. User Journey map. Con esta herramienta se puede analizar cómo las personas interactúan con el barrio de Lavapiés en relación a su rutina diaria.
4. Entrevistas Personales. Permiten concretar aún más cómo es el contacto real de la gente con el barrio, conocer sus problemas, preocupaciones, motivaciones, etc.

Con todo este trabajo previo se consigue recabar una gran cantidad de información útil y objetiva, pero difícilmente abarcable para formular propuestas de diseño que respondan a la complejidad del barrio. En esta fase del proceso es donde se aplica la metodología Dorst, proponiendo una manera creativa de gestionar la transición del enunciado del problema a la definición de propuestas concretas de diseño.

4 Resultados

Una vez completada esta primera fase de investigación y documentación se realiza un panel en que se identifican los principales problemas con los que se encuentran los vecinos y usuarios del barrio (Figura 2). Se pudo observar que muchos de ellos se relacionaban con la sensación de inseguridad e intranquilidad, el desorden, la suciedad, la falta de organización y la carencia de zonas verdes. Se han puesto en marcha propuestas previas para tratar de mejorar algunos de estos problemas: la creación de espacios destinados al desarrollo de actividades culturales y artísticas; ruta multicultural de la tapa y de la música de Lavapiés impulsada por la red de hostelería del barrio; obras sociales y caritativas; creación de un jardín comunitario en el que se llevan a cabo diversas acciones sociales. Sin embargo problemas muy importantes como la gentrificación o la sensación de inseguridad persisten, en gran medida debido a paradojas sociales: una mayor atracción turística supone la subida del precio del alquiler y el desplazamiento de vecinos del barrio, o el aumento de presencia policial provoca un sentimiento de riesgo en los usuarios de Lavapiés.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Figura 2. Panel de investigación del barrio de Lavapiés.

Una vez señaladas las causas principales de los problemas se identifican el contexto y el campo (Figura 3). Destacan como actores principales las familias, los jóvenes y los trabajadores del barrio, y como agentes secundarios los visitantes ocasionales y el Ayuntamiento de Madrid.

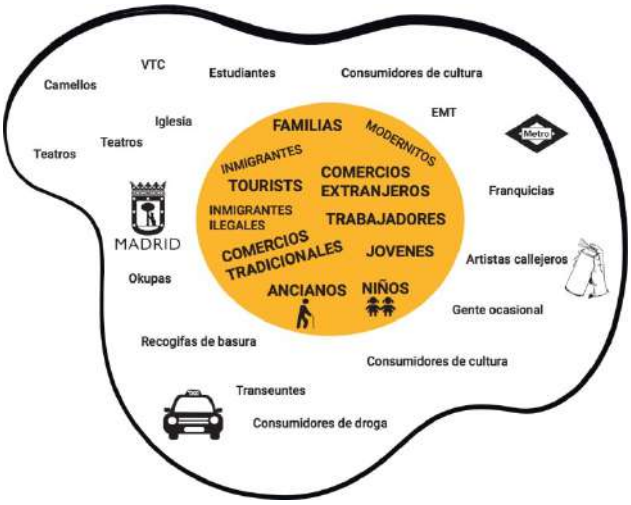


Figura 3. Contexto y Campo que se dan en el barrio.

Una vez planteado el contexto y el campo se determinan los valores, en términos positivos, que motivan el día a día de estos actores. Esos valores posteriormente se agrupan en Temas.

ISBN: 978-84-09-02970-9

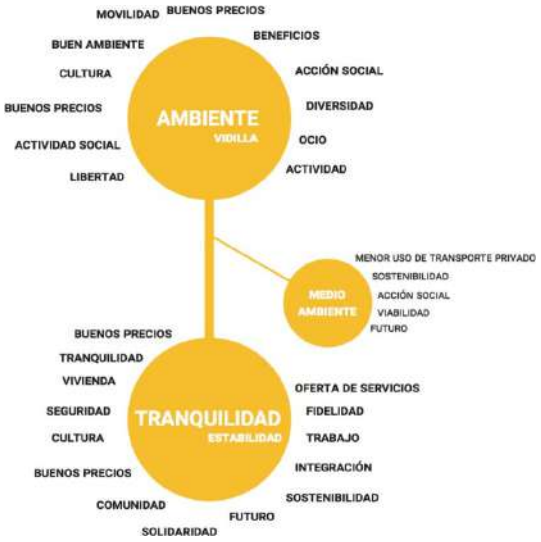


Figura 4. Valores y Temas obtenidos.

Se observa que los valores responden principalmente a dos temas: el ambiente y la tranquilidad (Figura 4). También se encontraron ciertos valores relacionados con la conservación y el cuidado del medio ambiente. Partiendo de estos temas se inicia la fase más creativa del proceso, identificando una situación, experiencia, etc, en que estos temas sean una condición fundamental, dando lugar a un nuevo marco de referencia. En este caso concreto el marco de referencia al que se llega es "La Duna de Pilat", emplazamiento geográfico de la costa francesa en la que por su cercanía al mar, la vegetación y su relación con la playa, la gente busca pasar un buen rato en familia o con amigos. Las personas se sitúan de manera anárquica en la duna para disfrutar del sonido del mar, para sentirse en conexión con la naturaleza. Además, la altura de la duna permite tener una mejor visión del paisaje. El paso siguiente consiste en identificar características de este nuevo marco de referencia (la Duna de Pilat) que puedan trasvasarse a nuestro entorno de estudio, el barrio de Lavapiés. A raíz del análisis del nuevo marco de referencia se formulan las siguientes propuestas concretas:

- Crear una fuente en Lavapiés para asociar el sonido del agua en movimiento a una zona urbana consolidada. La cualidad de este sonido natural genera un sentimiento de relajación que podría aportar calma a determinados escenarios del barrio. El sistema propuesto podría contemplar medios de recogida y circulación sostenibles, aprovechando los recursos naturales e incluso dando servicio a las especies vegetales del espacio público.

- La duna está rodeada de una vegetación muy extensa, contribuyendo a generar el sentimiento de inmersión en el entorno natural. Además, el contraste de una duna de arena desértica con el bosque que la circunda hace valorar aún más la presencia de los árboles. Un ejemplo de propuesta interesante sería añadir zonas verdes, al barrio aprovechando espacios verticales disponibles, como medianeras entre volúmenes construidos. Estos jardines podrían estar mantenidos por sistemas de riego y aprovechamiento energético avanzados, dando respuesta a la aplicación de nuevas tecnologías para el desarrollo del proyecto.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Para organizar a las personas que acuden a la duna, se les podría ofrecer mobiliario que facilitara la reunión en grupo de manera ordenada. En Lavapiés, un espacio que fomentara la reunión de personas mejoraría la imagen de barrio y sentido de convivencia en el espacio público disponible. La fabricación de este mobiliario podría estar basada en el uso de nuevos materiales o nuevas técnicas de fabricación, incorporando igualmente dispositivos de conexión a la red de datos, o a la recarga de dispositivos electrónicos. Incluso podrían incorporar recursos de juego interactivo, fomentando la relación cultural y el uso de diversos grupos sociales.

5 Conclusiones

En este trabajo se plantea un problema complejo, abierto y multidisciplinar como es actuar sobre el barrio madrileño de Lavapiés empleando nuevas tecnologías. Este tipo de actuaciones precisa de herramientas que complementen la metodología DesignThinkig para ayudar a plantear soluciones viables. La metodología Dorst ha permitido abordar de forma guiada la problemática del caso de estudio. En este trabajo se muestra la aplicación Dorst como metodología complementaria al DesignThinking de manera exitosa. El empleo de diferentes herramientas de trabajo propias de estas líneas metodológicas (paneles de investigación, mapas mentales, diseño de personas y análisis de sus actividades diarias, formulación de nuevos marcos de referencia) ha motivado el diseño de propuestas realmente orientadas a dar respuesta a las necesidades de los usuarios de Lavapiés.

Referencias

Berberana, E. (9 de septiembre de 2018). No, Lavapiés no es el barrio más 'cool' del mundo: mugre, trapicheos, conflictos y decadencia. *Libre Mercado*. Recuperado de https://www.libremercado.com/2018-09-29/no-lava-pies-no-es-el-barrio-mas-cool-del-mundo-mugre-trapicheos-conflictos-y-decadencia-1276625695/

Bousmaha, D. (23 de abril de 2019). Lavapiés: barrio gentrificado. *Variación 21*. Recuperado de http://variacionxxi.com/2018/04/23/lavapies-barrio-gentificdo/?fbclid=IwAR38G_rzlNu27VNeU9eHOfMaXU6w685lGprTl_tE1jTXPgc74SS_YB6LUB8

Cañedo Rodríguez, M. (2007). Políticas urbanísticas en el centro de Madrid: La Rehabilitación de Lavapiés. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:500669/Arti__culo_FICYurb_07__Can__edo_.pdf.

Cross, N (2011). *DesignThinking*. Oxford, Reino Unido: Berg Publishers.

Dorst, K (2017). *Innovación y Metodología*. Madrid, España: Experimenta.

Fanjul, S (24 de julio de 2014) Lavapiés, un señor barrio. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/ccaa/2014/07/24/madrid/1406234099_106125.html.

Lawson, B, Dorst, K (2015). *Design Expertise*. Oxford, Reino Unido: Architectural Press.

León, P. (24 de septiembre de 2018). ¿Para quién es 'cool' Lavapiés? *El País*. Recuperado de https://elpais.com/ccaa/2018/09/24/madrid/1537808161_075318.html

Martínez, J. (6 de agosto de 2017). Así se vacía un barrio por culpa de la gentrificación: el caso de Lavapiés. *El Mundo*. Recuperado de https://www.elmundo.es/grafico/madrid/2017/08/06/596cdf3ee2704e07148b45eb.html

ISBN: 978-84-09-02970-9

Un marco de tutela para el desarrollo de competencias transversales en el Trabajo de Fin de Grado (TFG)

Julio Alberto López-Gómez[a], Aurora Vizcaíno Barceló[b], Ángeles Carrasco García[a] y Francisco Mata Cabrera[a]
JulioAlberto.Lopez@uclm.es ; Aurora.Vizcaino@uclm.es ; Angeles.Carrasco@uclm.es ; Francisco.MCabrera@uclm.es

[a] Universidad de Castilla la Mancha. Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Plaza Manuel Meca 1. 13400. Almadén.
[b] Universidad de Castilla la Mancha. Escuela Superior de Informática. C/Paseo de la Universidad, 4. 13071. Ciudad Real.

Abstract

One of the main characteristics in the present educational system is the competence-based learning approach and the development of cross-curricular competences in the engineering bachelor´s degree curricula. Nevertheless and even though it is easy to find the way to integrate the development of such competences in the different subjects of the degree, in this article we suggest a frame of tutorship based on metaphors and emotional intelligence in order to develop cross-curricular competences in the final year Project assignment.

Keywords: *Cross-curricular competences, tutorship mataphor, emotional intelligence, final year Project*

Resumen

Una de las características principales del momento educativo en el que nos encontramos es el apogeo del aprendizaje por competencias y el desarrollo de competencias transversales en los planes de estudio de los grados en ingeniería. Sin embargo, aún es difícil encontrar la forma de integrar el desarrollo de estas competencias en las asignaturas de los grados. En este artículo, se propone un marco de tutela basado en metáforas tutelares e inteligencia emocional para el desarrollo de competencias transversales en el entorno del Trabajo de Fin de Grado.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Palabras clave: *competencias transversales, metáforas tutelares, inteligencia emocional, TFG..*

1. Introducción

Con la implantación del plan Bolonia, iniciada con el Real Decreto 1393/2007, y finalmente implantado en 2010, se produjo la adaptación de los estudios superiores al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Uno de los cambios fundamentales que introduce esta nueva concepción de los planes de estudios es el aprendizaje basado en competencias (Blanco, 2009), entendiendo éstas como el conjunto de habilidades que el estudiante debe adquirir a lo largo de sus estudios. A su vez, las competencias pueden dividirse en específicas, que son aquellas que aporta una titulación concreta, y transversales, comunes a todas las titulaciones, como pueden ser las habilidades sociales, capacidad de liderazgo, trabajo en grupo, dominio de una segunda lengua… (Rafael Miñano, 2017)

Sin embargo, introducir el desarrollo de las competencias transversales en asignaturas de grado no es una tarea fácil a día de hoy para docentes y universidades. Mientras que sí se ha conseguido integrar el desarrollo de las competencias específicas, aún queda un largo camino por recorrer para la integración total de las competencias transversales en los distintos grados universitarios, especialmente en los grados de ingeniería (De Miguel, 2006).

En este trabajo se presenta un marco de tutela para el Trabajo de Fin de Grado (TFG) basado en las metáforas de relación tutelar y la inteligencia emocional, con el objetivo de desarrollar las competencias transversales en este entorno tan versátil para el desarrollo de este tipo de competencias, como es el del TFG.

2. El Trabajo de Fin de Grado (TFG)

El contexto del TFG ofrece un entorno más que propicio para la formación integral de los futuros ingenieros. El TFG desarrollado en el último curso corona la formación integral del estudiante, quien por primera vez se ve ante la realización de un proyecto de gran envergadura desde su comienzo hasta su finalización.

En el Real Decreto 1393/2007, queda especificada la carga docente que tendrá el TFG, y que será de un mínimo de seis créditos ECTS y un máximo del 12,5 por ciento de los créditos totales del Grado estudiado. Concretamente, en la universidad de Castilla la Mancha, tiene una carga docente de doce créditos ECTS.

La realización del TFG supone el primer contacto de éste con el mundo laboral y la sociedad, ya que hasta entonces todos los trabajos realizados se sitúan en un marco estrictamente académico. Es por esto, que se puede hacer un mayor énfasis en la formación ingenieril de los

ISBN: 978-84-09-02970-9

futuros ingenieros en esta etapa de su desarrollo como profesionales con mayor éxito que durante las clases.

Una de las principales características que han de tener los TFG es la modalidad. Esto implica elegir si será un trabajo de investigación o de ingeniería propiamente dicha, y que por tanto tenga como resultado un producto que ofrecer a la sociedad. La diversificación de los TFG en diferentes modalidades permitirá al tutor o los tutores orientar y dirigir la formación del alumno hacia un horizonte específico.

El proceso de dirección o de tutela del TFG es otro aspecto crucial para garantizar el éxito en la formación del estudiante. En esta etapa los tutores se convierten en una pieza fundamental para promover y garantizar el desarrollo de las competencias del estudiante de tal manera que este vaya adquiriendo autonomía a lo largo de la realización del TFG. Esto no es un proceso trivial, y requiere una gran preparación y dedicación constantes para evitar el exceso de autonomía que se da en algunas relaciones tutelares.

Por otra parte, el desarrollo del TFG no solo debe garantizar la adquisición de competencias técnicas o específicas, sino también la adquisición de competencias transversales. El proceso de tutela debidamente organizado y planificado puede constituir una buena herramienta para el desarrollo de las competencias transversales del alumno, como pueden ser la mejora de las habilidades sociales, la empatía, la capacidad de hablar en público… No obstante, para ello se requiere de docentes y directores de TFG emocionalmente inteligentes (Cabello, Ruiz Aranda, & Fernández-Berrocal, 2010), capaces de percibir e interpretar las retroalimentaciones del alumno para orientar y dirigir su aprendizaje, aprovechando sus puntos fuertes y fortaleciendo sus puntos débiles. Por todo ello, el marco de tutela propuesto en este trabajo está basado en los pilares mostrados en la Figura 1, los cuales serán desarrollados a continuación.

Figura 1. Pilares del modelo de tutela de TFG propuesto.

3. Metáforas de Tutela

Una relación de tutela puede definirse como una relación entre dos o más personas en la que una de ellas (o más de una en caso de haber más de un director) dirige el aprendizaje o la construcción del conocimiento.

En el desarrollo de esta relación, el director y el alumno pueden tomar diferentes roles, que definen lo que se conoce como metáfora de tutela. Una metáfora de tutela permite identificar

ISBN: 978-84-09-02970-9

los roles del director y del alumno en un contexto diferente para identificar las ventajas y desventajas de la relación tutelar. Este concepto aparece por vez primera en (Lakoff & Johnson, 2004) donde los autores sostienen que el conocimiento está organizado de manera metafórica y dichas metáforas determinan las acciones y el comportamiento de los individuos. Así pues, según las actitudes del director y del alumno, se dan principalmente, las siguientes metáforas:

- **Continente-Contenido:** Esta metáfora define dos roles en la relación tutelar: el primero de ellos es el contenido, el cual se identifica con el tutor o los tutores del TFG. A ellos se les supone poseedores del conocimiento. El otro rol que define la metáfora es el del continente, el cual es representado por el alumno, quien en esta metáfora es un actor pasivo que únicamente recibe como si fuera un autómata el contenido que posee el tutor. Esta relación es principalmente unidireccional, puesto que la comunicación solo se realiza en una dirección (del tutor al alumno) e impersonal, ya que no construye estudiantes autónomos, ni desarrolla en ellos competencias transversales.

- **Sabio-Pupilo:** Esta metáfora, muy similar a la anterior, también define dos roles en la relación tutelar: el rol del sabio que es desempeñado por el tutor o los tutores, los cuales también son poseedores de un conocimiento que es inamovible e indubitable. Por otra parte, es el alumno quien ha de escuchar cuidadosamente al sabio y seguir sus consejos e instrucciones para la adquisición del conocimiento. De nuevo, se trata de una metáfora que no da lugar a la construcción de conocimiento, ni a la realimentación en la relación tutelar, puesto que la comunicación es unidireccional. Sin embargo, la principal diferencia o matiz que presenta esta metáfora es su carácter más personalista e incluso paternalista, donde el sabio sí que ofrece algo más que conocimiento al alumno. Ofrece consejos y otras direcciones que pueden ayudar al alumno a desarrollar diferentes tipos de competencias.

- **Guía-Caminante:** En esta última metáfora, al contrario que en las anteriores, no se impone una separación de nivel entre el tutor o los tutores (guía) y el alumno (caminante). Además, el tutor no tiene el conocimiento absoluto de la materia como en las otras dos anteriores, sino que aporta los métodos y las herramientas necesarias para orientar el aprendizaje del alumno y que éste pueda construir conocimiento. Al alumno, se le supone la capacidad de dar realimentación al guía. Por último, en esta metáfora aparece un tercer elemento a tener en cuenta que es la brújula, que en un primer momento posee el guía pero que en cualquier momento puede recibir el caminante, promoviendo así la autonomía del estudiante y desarrollando en él habilidades y competencias transversales.

4. Inteligencia Emocional

Uno de los aspectos claves a trabajar para promover el desarrollo de competencias transversales es la formación en inteligencia emocional tanto de los alumnos como de los docentes. Tradicionalmente, el resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje era únicamente medido en base a los resultados de los alumnos. Sin embargo, el éxito del sistema y del profesorado en la actualidad ya no está vinculado únicamente al rendimiento académico del alumno, sino

ISBN: 978-84-09-02970-9

a la capacidad de desarrollar en los alumnos una serie de habilidades sociales y emocionales que les permitan hacer frente a situaciones donde se requiere liderazgo, toma de decisiones, empatía, comunicación fluida…

A pesar de que esta realidad es un hecho contrastado y que comparte gran parte de la comunidad educativa (Marcos & Cavero Barca, 2003), sigue habiendo un déficit en la introducción del desarrollo de competencias transversales en las asignaturas de Grado ante la preocupación de perder tiempo y no alcanzar el programa de contenidos de la asignatura. Esto repercute en una formación en inteligencia emocional y competencias transversales pobre para el alumnado.

En el lado del profesorado, la formación en inteligencia emocional también es claramente mejorable. Sí que es cierto que la gran mayoría de las universidades ofrecen este tipo de formación al profesorado, pero se trata de una formación complementaria, no obligatoria, y principalmente teórica.

Para mejorar la formación de los estudiantes en esta faceta durante la realización del TFG y ofrecer un entorno de aplicación práctica de la formación en inteligencia emocional adquirida por el profesorado, se ha propuesto un plan de tutela que está basado en el modelo de Salovey y Mayer (Salovey & Mayer, 1990) de definición de la inteligencia emocional, el cual define este tipo de inteligencia como la suma incremental de las siguientes habilidades:

- **Percepción, evaluación y expresión de las emociones:** hace referencia a la capacidad de reconocer las emociones propias y ajenas con el suficiente grado de exactitud, constatando las respuestas fisiológicas propias y externas.
- **Emoción como orientadora del pensamiento:** esta capacidad hace referencia a cómo las emociones condicionan e influyen en nuestro pensamiento y nuestra manera de actuar.
- **Conocimiento emocional:** es la capacidad que nos permite etiquetar las emociones expresadas y percibidas, y relacionarlas con su significado.
- **Regulación de las emociones:** es el proceso emocional más complejo que define la capacidad de manejar las emociones que se dan en uno mismo y en los demás, corrigiendo el pensamiento y la conducta.

5. Plan de Tutela

En esta sección se describe el plan de tutela de TFG propuesto con el objetivo de introducir una metáfora guía-caminante que permita mejorar la formación científico-ingenieril del alumno y a la vez posibilite su formación en competencias transversales, desarrollando habilidades propias de la inteligencia emocional. La Figura 2 muestra el esquema del plan de tutela.

ISBN: 978-84-09-02970-9

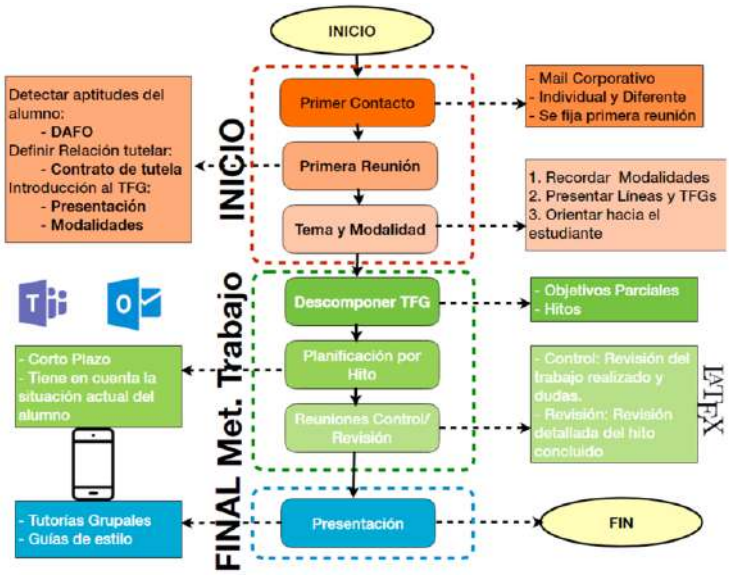


Figura 2. Mapa conceptual del marco de tutela propuesto para el TFG.

El proceso de tutela se divide fundamentalmente en tres etapas claramente diferenciadas:

1. Inicio: La etapa de inicio comienza una vez que el alumno ya tiene asignado un TFG, por los procedimientos establecidos en su universidad. La primera tarea que el docente tiene que realizar para dar comienzo con el plan de tutela es establecer el primer contacto con sus tutelados. Este primer contacto se realizará mediante el correo electrónico corporativo, ya que en este momento es la única herramienta de comunicación existente entre el profesor y el alumno. En caso de tener varios alumnos tutelados, se aconseja que este e-mail se envíe de manera individual a cada alumno e incluso que su contenido sea diferente, de tal manera que se mejore así la percepción del alumno sobre el primer contacto (primer nivel del modelo de Salovey y Mayer). En este correo, se fijará la fecha de la primera reunión.

En esta primera reunión, el docente debe hacer un análisis de las capacidades, aptitudes y actitudes del alumno para orientar y dirigir el aprendizaje. Para ello, se recomienda hacer con el alumno la dinámica de la matriz DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) donde el alumno pueda rellenar cada uno de los elementos de la matriz con sus principales capacidades. Esto servirá al tutor o tutores para incidir debidamente en según qué aspectos del TFG (si el alumno es más habilidoso en la redacción de la memoria que en la programación o viceversa, si tiene problemas con las revisiones bibliográficas…) Por otra parte, y para definir los términos de la relación tutelar se propone la "redacción" de un contrato de tutela. En muchas ocasiones, el alumno no sabe qué esperar de la relación con su tutor, por lo que esta dinámica puede ser útil para romper el hielo y aclarar el nivel de relación entre alumno y tutor. Al alumno se le puede hacer una analogía con la exitosa serie televisiva "The Big Bang Theory" donde los protagonistas Sheldon y Leonard tienen un contrato de

ISBN: 978-84-09-02970-9

compañeros de piso que regula su relación de convivencia. En esta línea, alumno y tutor pueden ponerse de acuerdo en qué esperan el uno del otro, qué medios de contacto utilizarán, la periodicidad de sus reuniones, etc. En esta actividad, el tutor guiará la realización del contrato de tutela, que, en caso de tener varios alumnos tutelados, será pesonalizado.

Finalmente, el tutor presentará al alumno las líneas y modalidad del TFG asignado o de los TFGs propuestos. Así, la primera toma de contacto permite trabajar todos los niveles del modelo de inteligencia emocional utilizado. La realización de la matriz DAFO y el contrato de tutela con el alumno han de servir para el autoconocimiento del propio alumno (que a veces no se conoce) y para el conocimiento mutuo de alumno y director, quienes a partir de entonces serán capaces de tener una relación más efectiva.

2. Metodología de Trabajo: En esta segunda etapa comienza el desarrollo del TFG en los términos especificados en el contrato de tutela. En el plan mostrado en la figura, se propone la descomposición del TFG en objetivos y objetivos parciales y éstos a su vez en hitos. De esta manera, se pretende que el estudiante tenga una visión panorámica general que le permita acotar su TFG y a la vez una visión más profunda que le permita distinguir las tareas que ha de realizar para conseguir los objetivos marcados.

La planificación del desarrollo de las tareas se realizará por hitos, siendo un hito la mínima unidad de trabajo, de menor complejidad y de menor abstracción. Esto permitirá por una parte el seguimiento continuo del proyecto, que el alumno no se encuentre abrumado ante la realización de tareas complejas de mayor nivel de abstracción y que además puede compatibilizarse con la circunstancia temporal del alumno (si se encuentra en período de exámenes, entregas de trabajos, prácticas en empresa…).

Finalmente, durante la realización de cada hito se tendrán dos tipos de reuniones: reuniones de control, donde se revisa el estado actual del hito en desarrollo y se aclaran dudas y una reunión de revisión donde se revisan los resultados y la documentación generada en LaTeX.

Cabe destacar que, durante todo el proceso de trabajo, la comunicación entre el tutor y el alumno tutelado debe ser constante, utilizando los medios que han sido definidos en el contrato de tutela. Durante esta etapa, se trabajan el segundo y tercer nivel del modelo de Salovey y Mayer.

3. Presentación: Durante esta última fase, el tutor debe orientar al alumno en la realización de la presentación oral del trabajo, ya terminado, ante el tribunal. Es necesario destacar que esta última parte tiene una importancia fundamental, ya que gran parte de la nota del TFG va vinculada a la defensa del proyecto ante el tribunal, y en ocasiones, por falta de tiempo y saturación de trabajo, no se presta a esta actividad la importancia debida. Además, la fase de presentación es fundamental en lo que al desarrollo de competencias transversales se refiere. En esta etapa el alumno podrá mejorar sus habilidades de expresión oral y corporal en público y es un sitio idóneo dónde se puede enseñar al alumno a desenvolverse ante situaciones como expone Miró en (Miró, 2003). Así, se presentarán y proporcionarán al alumno

ISBN: 978-84-09-02970-9

guías de estilo para la realización de su presentación y en caso de tener varios alumnos tutelados, se pueden realizar sesiones de presentaciones conjuntas donde cada estudiante puede aprender mucho viendo las presentaciones de sus compañeros. Finalmente, otro tema importante es "entrenar" a los alumnos en la capacidad de razonar sobre el conocimiento adquirido, contestando de manera técnica, exacta, educada y no ambigua a las preguntas de los miembros del tribunal, argumentando las decisiones de diseño tomadas durante el proyecto. En esta etapa, se trabaja fundamentalmente el cuarto nivel del modelo de Salovey y Mayer de inteligencia emocional.

6. Conclusiones y Trabajos futuros

En este trabajo se ha presentado un marco general de tutela del TFG para el desarrollo de competencias transversales. Dicho marco está basado en el modelo de Salovey y Mayer de inteligencia emocional y en la metáfora tutelar de guía-caminante, con el objetivo de que el alumno, en la relación con su tutor, construya su propio conocimiento, siendo eje principal de su proceso personal de enseñanza-aprendizaje. Además, el marco propuesto es lo suficientemente versátil como para ser adaptado a las circunstancias de cada centro o universidad.

Actualmente, este marco de tutela se está implantando en la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. En los próximos cursos, y como trabajo futuro, se pretende hacer un estudio cualitativo para medir el impacto de la utilización del marco propuesto en este trabajo en la adquisición de competencias transversales.

Referencias

Blanco, A. (2009). *Desarrollo y Evaluación de Competencias en Educación Superior*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.

Cabello, R., Ruiz Aranda, D., & Fernández-Berrocal, P. (2010). Docentes emocionalmente inteligentes. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado (REIFOP), 13*.

De Miguel, M. (2006). Metodologías de Enseñanza y Aprendizaje para el Desarrollo de Competencias. In. Madrid: Alianza Editorial.

Lakoff, G., & Johnson, M. (2004). *Metáforas de la vida cotidiana*: Cátedra.

Marcos, E., & Cavero Barca, J. M. (2003). Enseñando Inteligencia Emocional a Ingenieros en Informática. In (pp. 45-52). Cádiz: Actas de las IX Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2003 .

Miró, J. (2003). *Situaciones y problemas: cómo preparar a los alumnos para lo que se les avecina*. Paper presented at the Actas de las IX Jornadas de Ensen˜anza Universitaria de Inform´atica, Jenui 2003, Cádiz.

Rafael Miñano, R. (2017). Integración de competencias de responsabilidad social, sostenibilidad y ética profesional en los grados de ingeniería informática. *Actas de las Jornadas sobre Enseñanza Universitaria de la Informática; Vol 2 (2017): Actas de las XXIII Jornadas sobre Enseñanza Universitaria de la Informática*.

Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). Emotional Intelligence. *Imagination,Cognition, and Personality*(9), 185-211.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Implementación de prácticas no convencionales integrando competencias transversales en estudiantes de aeronáutica.

A. Tiseira[a], L.M. García-Cuevas[a], P. Quintero[a], J. García-Tíscar[a]
anti1@mot.upv.es , luiga12@mot.upv.es , pedquiig@mot.upv.es, jorgarti@mot.upv.es.

[a]Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España.

Abstract

During the last years, it is well known that the curricula of the different engineering firms have undergone drastic changes in all the countries belonging to the European Union. Specifically, one of the concepts that can be derived from the application of the Bologna Plan, and with which the Universitat Politècnica de València is specially committed, is the need to provide the student with a series of transversal competences, common to all similar degrees. , that are of help to him during the development of his professional life. One of the most widespread methods for the development of these competences is the design of group work for practical application. This work proposes a group project, developed within the framework of the subject of the third year of the Aerospace Engineering Degree (GIA), consisting of the design and construction of a glider demonstrator, with the aim of treating, jointly, several of the specific and transversal competences of the degree. A detailed description will be made of the design of the project and an analysis of the results obtained after its application, from the academic year 2015-2016 in the subject Aerospace Technology II.

Keywords: *team, design, construction, aircraft, test, competition, integration, transversal skills, specific skills.*

Resumen

Durante los últimos años, es bien sabido que los planes de estudio de las diferentes ingenierías han sufrido drásticos cambios en todos los países pertenecientes a la Unión Europea. En concreto, uno de los conceptos que se pueden derivar de la aplicación del Plan Bolonia, y con el que la Universitat Politècnica de València está especialmente comprometida, es la necesidad de proporcionar al alumno una serie de competencias trasversales, comunes a todas las titulaciones semejantes, que le sean de ayuda durante el desarrollo de su vida profesional. Uno de los métodos más extendidos para el desarrollo de

ISBN: 978-84-09-02970-9

estas competencias consiste en el diseño de trabajos en grupo de aplicación práctica. Este trabajo propone un proyecto grupal, desarrollado en el marco de la asignatura de tercer curso del Grado de Ingeniería Aeroespacial (GIA), consistente en el diseño y construcción de un demostrador de planeador, con el objetivo de tratar, de forma conjunta, varias de las competencias específicas y transversales de la titulación. Se realizará una descripción pormenorizada del diseño del proyecto y un análisis de los resultados obtenidos tras su aplicación, desde el curso académico 2015-2016 en la asignatura Tecnología Aeroespacial II.

Palabras clave: *equipo, diseño, construcción, aeronaves, test, competición, integración, competencias transversales, competencias específicas.*

1. Introducción.

En el diseño del grado en Ingeniería Aeroespacial de la Universitat Politècnica de València (UPV), se deben concretar dos tipos de competencias que los estudiantes deben desarrollar: específicas y transversales. Las primeras son las propias de un ámbito o título, y están orientadas a la consecución de un perfil específico del egresado. Estas vienen definidas mediante la orden CIN 312 (Orden CIN/312/2009). Estas competencias deben ser trabajadas por cada una de las materias compuesta por un grupo de asignaturas. En el marco del grado en Ingeniería Aeroespacial (GIA), las competencias específicas definen de forma oficial el grado. Por su parte, las competencias transversales son aquellas competencias que son clave y transferibles en relación a una amplia variedad de contextos personales, sociales, académicos y laborales a lo largo de la vida. La UPV pone de manifiesto una serie de ellas. El mecanismo empleado es sencillo, y consiste en aplicar competencias definidas a lo largo del grado en diferentes asignaturas.

Toda esta descripción basada en competencias comienza a desarrollarse con el principio de la implantación del plan Bolonia. La formación en ingeniería en Europa ha experimentado importantes cambios desde entonces (Joshi. 2009). En particular, la formación en el ámbito de la ingeniería aeroespacial necesita tender a aumentar su nivel de exigencia debido, principalmente, a dos razones: por un lado, la industria aeroespacial está adquiriendo un papel clave en un gran número de países en Europa. Por otro lado, existe la tendencia, cada vez más acusada, de determinar las capacidades de los estudiantes de acuerdo a los dos tipos de competencia descritas con anterioridad (UK HE Europe Unit, 2007).

La inclusión, de las competencias transversales en el desarrollo de una titulación, busca una acreditación internacional rápida y sencilla. El reconocimiento a nivel internacional ayuda a la visibilidad de la universidad y de los estudiantes del GIA. Al mismo tiempo, la aplicación de éstas puede tener como consecuencia las siguientes ventajas:

- Proporcionar a sus egresados un valor añadido que puede diferenciarlos de otros y, en consecuencia, hacer más atractivos los estudios ofertados frente a ofertas similares de otras universidades.
- Poner en valor la capacitación de nuestros egresados de cara a los empleadores.
- Explicitar la adquisición de las competencias de cara a acreditaciones internacionales.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Esta forma de trabajo se justifica por la creciente competitividad en la industria aeroespacial. El ámbito profesional debe hacer frente a la exigencia en términos de trabajos cualificados demandando coordinación, trabajo grupal, ingenio, esfuerzo e innovación. El fundamento se encuentra bajo el estudio realizado sobre docencia en la rama aeronáutica por (Fletcher, 1997), quien describe el fenómeno de la exigencia en la aeronáutica desde comienzos del siglo XXI, con la polarización de la industria por dos grandes corporaciones. Por medio de este escenario, Estados Unidos y Europa exigen más a los nuevos profesionales que deben tener mayor número de habilidades que generaciones anteriores (M. Lapins 1997). Debido a la mencionada competencia en esta industria, el problema de educar a los ingenieros aeroespaciales es global (Joshi. 2009). Además, la declaración de Bolonia y el Espacio Europeo de Educación Superior (UK HE Europe Unit 2007) hacen necesaria una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La evaluación se hace más dinámica y basada en el corto plazo. Por eso los alumnos tienen que madurar más rápido el conocimiento. Se necesitan nuevas iniciativas, proyectos y metodologías para proporcionar a los futuros ingenieros (Joshi. 2009) una visión integral de los aspectos prácticos de la ingeniería, que no solo conforman científicos y diseñadores, sino también profesionales que puedan abordar problemas multidisciplinares, incluyendo el diseño, la fabricación, las finanzas y los planes de negocios, entre otros (Hwa. 2006). En este punto, las actividades e instalaciones de enseñanza que acercan a los estudiantes a situaciones semejantes a la vida real en la industria aeroespacial son esenciales para avanzar en el procedimiento de enseñanza-aprendizaje y contribuir a estimular al estudiante a adquirir conocimientos.

En este contexto, este trabajo pretende mostrar el diseño de un proyecto en el marco de la asignatura Tecnología Aeroespacial II del GIA. Esta asignatura es cursada por alrededor de 30 estudiantes por año. Se imparte en el segundo semestre del tercer curso, por lo que los estudiantes han cursado asignaturas como Tecnología Aeroespacial, Mecánica de Fluidos, Ampliación de Mecánica de Fluidos y Estructuras. El diseño del proyecto se lleva a cabo atendiendo a tres puntos de vista:

- La unión o integración de competencias transversales. La asignatura trabaja y evalúa las siguientes competencias transversales: aplicación y pensamiento práctico; innovación, creatividad y emprendimiento; diseño y proyecto; trabajo en equipo y liderazgo.
- El desarrollo de un trabajo que desarrolla competencias específicas de la asignatura.
- Las cuestiones vertidas sobre los estudiantes para analizar sus incertidumbres, capacidades y autoexigencias (conocer sus límites en torno a trabajos y estudio).

Se pueden aplicar diferentes metodologías para enseñar a los estudiantes de ingeniería aeroespacial sobre temas en relación a las aeronaves y la relación de las mismas con la física del vuelo. En este sentido, sería deseable una combinación de enfoques teóricos y experimentales para obtener los objetivos deseados. Existe una amplia cantidad de literatura enfocada a este contexto. Esta información se puede encontrar fácilmente en algunos libros de este campo (Sazhin, 1997) (Anderson Jr, 2002), por partes separadas a nivel teórico. Para completar el enfoque teórico, una de las posibles alternativas es la del uso de herramientas de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD), (Franchini, 2009), (Smith, 2011. Con esto se pueden obtener descripciones detalladas del campo fluido en una región de interés de una aeronave. Sin embargo, los tiempos de cálculo pueden ser largos y los requisitos computacionales son altos

ISBN: 978-84-09-02970-9

para una aplicación docente destinada a un número elevado de alumnos (Slotnick 2014) a pesar, incluso, del espectacular incremento en potencia computacional que se ha ido generando durante los últimos años. Otra alternativa es la utilización de una instalación experimental compleja, como puede ser un túnel de viento. El alto coste de este tipo de instalaciones y su reducida capacidad para ser usadas por un gran número de alumnos en paralelo reduce su utilidad. Además, se vuelve complejo el trabajar todas las competencias transversales mencionadas anteriormente. Por todo esto, se plantea una actividad de aprendizaje basado en proyectos, que ha cumple con lo siguiente: integra cuatro competencias transversales distintas, mantiene el interés de los estudiantes por la carrera, fomenta una sana competitividad entre alumnos, basada en la cooperación e integrade la teoría con la práctica.

La metodología educativa propuesta se basa en la información teórica estudiada en las clases magistrales y se apoya en la calidad del procedimiento experimental. La metodología se divide en seis acciones (saber, discernir, diseñar, construir, probar y evaluar) que representan diferentes y nuevos niveles de exigencia para el estudiante. Las primeras acciones tienen como objetivo principal que los estudiantes conozcan y se familiaricen con la teoría. Durante las dos acciones posteriores los estudiantes diseñan y construyen un modelo de planeador mediante materiales asequibles y manejables. En las últimas dos se realizan diferentes pruebas y mejoras hasta la competición asociada a la última fase del trabajo. Una vez terminado el proceso del trabajo se realiza un estudio de valoración por parte de los estudiantes partícipes del trabajo.

2. Actividad de los estudiantes

El trabajo se basa en una metodología tipo “piensa - diseña - construye - prueba” y se ha diseñado para que el estudiante pueda aplicar los conocimientos adquiridos hasta la fecha, proporcionándoles una comprensión de los fenómenos generales que pueden observarse para el equilibrado de fuerzas de una aeronave sin motor, un planeador a escala.

Al comienzo del trabajo, los estudiantes abordan, mediante herramientas teóricas y analíticas, los diferentes fenómenos que generan las fuerzas y momentos sobre el planeador. Tras esto, deducen las condiciones necesarias para realizar el equilbrado de la aeronave para que realice un vuelo rectilíneo. Continúan evaluando las fuentes de inestabilidad durante el vuelo y estudian cómo reducirlas. Con todo esto, son capaces de determinar el nivel de estabilidad longitudinal y lateral de un planeador, lo que les permite realizar un diseño con un tamaño máximo delimitado. Es entonces cuando los estudiantes pueden construir su diseño usando materiales como madera, papel, goma, corcho o tela. Con el planeador construido, analizan su vuelo, de modo que son capaces de corregir y mejorar el diseño y acabar con un diseño final. Su diseño final será el que usarán durante la competición.

Al final del trabajo, los estudiantes deben enviar un informe técnico por escrito con una descripción del procedimiento de diseño, evaluación del equilibrado, peso final del planeador y el análisis de los resultados obtenidos en la competición.

3. Metodología

El objetivo general del trabajo es el diseño y construcción de un planeador pequeño dentro de unas limitaciones de tamaño establecidas. El planeador ha de realizar un vuelo no propulsado en el que ha de recorrer la mayor distancia posible sin desviarse demasiado de un plano

ISBN: 978-84-09-02970-9

vertical durante su recorrido. De este modo, los estudiantes trabajan de forma natural la competencia transversal de diseño y proyecto.

A lo largo del semestre, los estudiantes reciben los conocimientos sobre el equilibrado y la estabilidad de las aeronaves. En el temario se detalla la evolución de la aeronáutica desde los primeros tiempos en el siglo XIX con el vuelo sin motor y con demostradores (planeadores de 50 cm de largo) que se utilizaban para ensayar distintas configuraciones y determinar cómo afectaba la posición del centro de gravedad relativa al centro aerodinámico. Uno de los precursores de estos planeadores ha sido el célebre inglés Sir George Cayley, determinando el equilibrio entre las fuerzas mencionadas y su posicionamiento, condicionando la posición relativa del ala a lo largo del fuselaje y la importancia del ángulo de ataque en dicho equilibrio del ala (Gibbs-Smith, et al. 1974). Por otra parte, en el temario se presentan soluciones que han sido implementados en el campo de la industria aeronáutica para mejorar la eficiencia en vuelo de las aeronaves en general. Por lo tanto, los estudiantes deben hacer un planeador inspirados en la teoría y ser capaces de evaluar el vuelo y mejorar, si es preciso, el diseño. Como base del trabajo, los alumnos partirán de la solución para aeronave sin motor propuesta por Cayley y agregar a su diseño algún tipo de ayuda aerodinámica que posibilite la mejora de sus prestaciones.

Los estudiantes se dividen en grupos de 2. El profesor funciona como un asesor y brinda al principio del trabajo una hoja de ruta, para que los estudiantes organicen las distintas tareas que componen el trabajo. La primera tarea es una reunión general donde se informa, tanto del trabajo, como las etapas que contiene el mismo: los límites de construcción; los materiales permitidos; los posibles diseños; las pruebas de vuelo; la competición y el cronograma de las tareas. El aprendizaje se hace a través de la creación y no por actividad pasiva. En la Tabla 1, se detallan las tareas y el cronograma que se utiliza como guía para los estudiantes:

Tabla 1. Cronograma de las tareas desarrolladas por los estudiantes en el trabajo

Tarea	½ mes	1 mes	1 ½ mes	2 mes	2 ½ mes	3 mes	3 ½ mes	4 mes
1. Reunión general de grupos.								
2. Definir el tipo de planeador								
3. Elaboración de un diseño,								
4. Búsqueda de materiales								
5. Elaboración de piezas								
6. Armado								
7. Pesado y centrado								
8. Evaluación con vuelos de prueba								
9. Rediseño o mejora de materiales								
10. Presentación del diseño definitivo								
11. Concurso de competición								

Para cada una de las tareas se necesita mantener una coordinación y una disciplina constante a lo largo de todo el proceso para cumplir con el tiempo establecido. Exige, por parte del alumnado, una evaluación crítica sobre las acciones realizadas por cada miembro del equipo de modo que se cometan la menor cantidad posibles de errores y evitar el retraso del proyecto. Es obligatorio presentar un modelo de competición debidamente pensado y justificado por el grupo. Cada modelo debe ser diferente, asegurando que los estudiantes trabajan la competencia transversal de innovación, creatividad y emprendimiento. Como se ha comentado, se

ISBN: 978-84-09-02970-9

organiza una reunión en la que participan todos los grupos. El motivo de la reunión es generar ideas que permitan centrar a los alumnos es sus respectivos modelos sin ser copias. Ante esta primera toma de contacto con el trabajo, los estudiantes se sienten atraídos a la vez que confusos debido a que, generalmente, no se han enfrentado a este tipo de trabajos con anterioridad. En los comentarios aportados por los estudiantes se evidencia un claro optimismo a la vez que cierta desconfianza por las tareas a realizar y hasta dónde se considera un trabajo bien hecho.

Debido a la amplitud del trabajo, es necesario fomentar la colaboración entre grupos, promoviendo discusiones para intercambiar ideas. Este intercambio se hará más evidente durante la fase de construcción. Durante el proceso de elaboración del trabajo será inevitable que se generen dudas entre los estudiantes. No obstante, éstas se enumerarán y se discutirán entre todo el grupo durante las sesiones conjuntas. Gracias a estas actividades, es posible trabajar la competencia transversal de trabajo en equipo y liderazgo.

La competición final está organizada como indica la figura 1. En ésta se puede apreciar la forma de eliminación de los planeadores quedando sólo los mejores. Sin embargo, los eliminados tienen una rueda de perdedores. El mejor de los perdedores luego se enfrenta al mejor de los ganadores. Esta forma se mantiene a todos los grupos en la competición en gran parte de ella.

Figura 1. Diagrama de ganadores y perdedores del certamen de competición

Figura 2. Ejemplo de dos planeadores que han sido construidos por los alumnos.

La Figura 2, se pueden observar distintos modelos desarrollados por diferentes grupos. Después de ser encuestados, los estudiantes aseguran que los modelos han sido objeto de múltiples modificaciones y que buscaron soluciones consultando asignaturas pasadas Al finalizar el curso, los estudiantes coinciden en que la experiencia es motivadora e integra varios conocimientos vistos en clase en temarios de distintas asignaturas, además de trabajar la competencia transversal de aplicación y pensamiento práctico.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La evaluación de las competencias transversales de trabajo en equipo y liderazgo y de diseño y proyecto se realiza aplicando la siguiente escala de observación, en la que se presentan 4 niveles: totalmente de acuerdo (A), bastante de acuerdo (B), poco de acuerdo (C) y totalmente en desacuerdo (D):

- Trabajo en equipo y liderazgo
  - El líder explica correctamente las ideas y organiza las tareas
  - Se organizan correctamente
  - Mantienen una buena actitud y relaciones entre compañeros
  - Intercambian ideas dentro entre grupos
- Diseño y proyecto
  - El concepto de diseño es original y poco convencional
  - El diseño es razonablemente complejo pero abarcable por los estudiantes
  - La fabricación y el montaje son razonablemente complejos pero realizables con las herramientas proporcionadas
  - El planeador realiza un vuelo largo sin salirse del plano vertical

4. Resultados de las encuestas

Durante los tres años que se ha instaurado este trabajo integral, los estudiantes han mostrado un gran interés en llevarlo a cabo. Al finalizar el curso, los alumnos realizan una encuesta. El objetivo final de la misma es mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. La encuesta es anónima y se plantean las siguientes preguntas sobre los contenidos y el desarrollo de esta actividad:

1. ¿La metodología del trabajo y la actividad realizada ayudaron a aprender?
2. ¿Los materiales empleados recomendados para hacer el trabajo son correctos, son fáciles para manipular?
3. ¿Las etapas definidas y la programación de las mismas se ajustan a los ritmos de clase?
4. ¿Es positivo el rol del profesor como asesor del proyecto?

Las respuestas se pueden ver en la Figura 3, donde TDA significa totalmente de acuerdo, MDA significa medianamente de acuerdo, IN significa indiferente, PDA significa poco de acuerdo y NS/NC significa no sabe o no contesta. En general, los resultados son muy positivos.

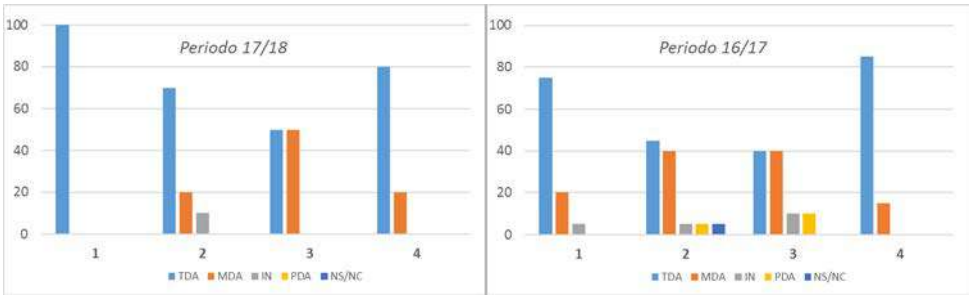


Figura 3- Resultados de la encuesta sencilla sobre el trabajo.

5. Conclusiones

A lo largo de este trabajo, se ha desarrollado una propuesta enfocada al diseño de un trabajo de aplicación práctica de las competencias específicas abordadas en el marco del Grado en Ingeniería Aeroespacial de la UPV. Al mismo tiempo, se ha justificado la necesidad de que,

ISBN: 978-84-09-02970-9

durante el proceso de realización, se aborden de forma paralela cuatro de las trece competencias trasversales propuestas por la Universitat en el plan de estudios: (i) aplicación y pensamiento práctico; (ii) innovación, creatividad y emprendimiento; (iii) diseño y proyecto y (iv) trabajo en equipo y liderazgo.

En particular, se propone un trabajo práctico enfocado a alumnos de tercer curso, que les permita hacer uso de las herramientas presentadas durante asignaturas anteriores. El proyecto se basa en el diseño completo de un planeador a partir de primeros principios, y en su evaluación empírica. Esta metodología se ha aplicado con éxito desde el curso académico 2015-2016 hasta la actualidad. Mediante la evaluación de encuestas subjetivas y los resultados de la asignatura, se ha podido observar cómo se ha producido una mejora sustancial tanto en las competencias específicas adquiridas, como en las competencias trasversales y en el nivel de motivación del alumnado.

Referencias

Anderson Jr, J. D., Introduction to Flight 7ª Ed. (2011), McGraw-Hill Education, New York, ISBN 9780073380247

Franchini, S., López García, O., "Introducción a la Ingeniería Aeroespacial, 2ª Ed. (2011), Garceta grupo editorial, Madrid, ISBN 9788492812905

Gibbs-Smith, C. H., "Sir George Cayley, Father of Aerial Navigation (1773-1857)". The Aeronautical Journal, Vol .78(760), 1974, pp. 125-133.

Hwa, N . K., Ng, J., From rocket scientists to financial engineers. Engineering Science and Education Journal, Vol. 11(1), 2002, pp. 25-28.

Joshi, D. S., Viewpoint: Aerospace education for 2000 and beyond, International Journal of Engineering Education, Vol. 13(2), 2009, pp. 138-142.

Lapins, M., Aerospace engineering education: An industry view from a preliminary design perspective, International Journal of Engineering Education, Vol. 13(5), 1997, pp. 376-379.

Orden CIN/312/2009, de 9 de febrero, "Requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico" BOE Nº42 pp. 17192-17196

Fletcher, L. S., "Aerospace engineering education for the 21st century", Vol. 41. Nos 4 IO. pp. 691 699. 1997-0 1998 International Astronautical Federation. Published bv Elsevw Science Ltd.

Sazhin S. S., Teaching mathematics to engineering students, International Journal of Engineering Education, Vol. 14(2), 1998, pp. 145-152.

Slotnick, J. et al. "CFD vision 2030 study: a path to revolutionary computational aerosciences", NASA Technical Report NASA/CR-2014-218178, 2014.

Smith, M. K., Computational fluid exploration as an engineering teaching tool, International Journal of Engineering Education, Vol. 25(6), 2009, pp. 1129-1144.

UK HE Europe Unit Guide to the Bologna Process-Editions 1&2, http://www.europeunit.ac.uk/ news/publications_archive.cfm, 2007.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Metodología didáctica de los fenómenos de desequilibrio para la enseñanza de los sistemas eléctricos de potencia.

Pedro A. Blasco [a], Rafael Montoya-Mira [a], José M. Diez [a], Rafael Montoya [a]
pedblaes@die.upv.es; ramonmi@alumni.upv.es; jmdiez@die.upv.es; rmontoya@die.upv.es.

[a] Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universitat Politècnica de València, Plaza Ferrandiz y Carbonell, 2, Alcoy, Spain.

Abstract

Currently, in the subjects of the Electrical Engineering degree, the classic definitions of the power of Steimnetz are still used, without considering the powers due to the imbalance phenomena. This means that in the subject of Electrical Power Systems, students have a biased view of a fundamental concept such as power. To show the phenomena that run in the unbalanced electrical systems, it is necessary to compare between the classic definitions and those based on the IEEE Std 1459-2010 standard and the apparent total power of Buchholz. The purpose of this article is to show the student the importance of knowledge and the application of imbalance powers, for which a series of computer practice sessions have been designed.

Keywords: *Electric power, Imbalance, power electrical systems, power flows.*

Resumen

Actualmente en las asignaturas del grado de Ingeniería Eléctrica se siguen empleando las definiciones clásicas de la potencia de Steimnetz, sin tener en consideración las potencias debidas a los fenómenos de desequilibrio. Esto hace que en la asignatura de Sistemas Eléctricos de Potencia los estudiantes tengan una visión sesgada de un concepto fundamental como es el de la potencia. Para mostrar los fenómenos que ocurren en los sistemas eléctricos desequilibrados es necesario comparar entre las definiciones clásicas y las basadas en la norma IEEE Std 1459-2010 y la potencia total aparente de Buchholz. El presente artículo tiene por objeto hacer ver al estudiante la importancia del conocimiento y la aplicación de las potencias de desequilibrio, para lo cual se han diseñado una serie de sesiones de prácticas informáticas.

Palabras clave: *Potencia eléctrica, desequilibrio, sistemas eléctricos de potencia, flujos de carga.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

En los estudios del grado de ingeniería eléctrica tradicionalmente se considera el cálculo en valores de fase de la potencia eléctrica aparente, activa y reactiva según la definición clásica de Steinmetz. El cálculo en valores de fase no aporta información completa en cuanto a las potencias útiles y las ineficientes, considerando estas últimas como las potencias de desequilibrio o asimetría debidas a las secuencias inversas y homopolares a la frecuencia fundamental. Para su determinación se hace necesario el empleo de los valores de secuencia de tensión y corriente mediante el uso del Teorema de Fortescue. A partir de estos se cuantifican las potencias en base a la aplicación de los estándares IEEE Std. 1459-2010 (IEEE 2010) y de la potencia total aparente de Buchholz (Buchholz 1922), las cuales son consideradas tanto en el ámbito científico como en el normativo.

Para el alumno es de gran importancia ver cuáles son las diferencias entre el cálculo basado en la definición clásica, considerando las redes tanto equilibradas como desequilibrada, y las nuevas formas en las que se tiene en cuenta el estado real en que operan los sistemas eléctricos, es decir, con redes desequilibradas y elementos no lineales, que dan lugar a potencias de desequilibrio y de distorsión.

Estas potencias son responsables de la reducción de la eficiencia de los sistemas eléctricos, aumentando las pérdidas en las líneas, provocando mal funcionamiento y calentamientos en los generadores, motores y transformadores, mal funcionamiento de los sistemas de protección, etc. (Kersting 2001, Viswanadha et al 2008, Diez et al 2016). Estos fenómenos no son siempre explicables empleando las definiciones tradicionales.

La metodología presentada en esté artículo se implementará en la enseñanza de la asignatura de Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP) correspondiente al tercer curso del Grado en Ingeniería Eléctrica (GIE). Se incluirán las definiciones de la potencia de desequilibrio y potencia total de los sistemas eléctricos trifásicos desequilibrados tanto en tensión como en carga. Estará basado en una metodología activa de enseñanza en la que se intenta acrecentar la participación del alumno en base a la realización de problemas tanto en el aula como en el laboratorio de informática (Escribano et al 2000, Ferrero et al 2009). Para ello se plantearán tres prácticas en las cuales el alumno, tras la necesaria explicación teórica del profesor, deberá resolver una serie de cálculos planteados mediante la realización de prácticas informáticas y posteriormente elaborar un informe de estas.

Los autores del presente artículo han publicados artículos de investigación relacionados con la potencia de desequilibrio. Entre los que cabe citar los referentes con la formulación de la potencia fasorial de desequilibrio (Diez et al 2016), el circuito equivalente y cálculo de la potencia de desequilibrio en redes trifásicas a tres hilos (Montoya-Mira et al 2018) y la formulación de la potencia aparente fasorial armónica (Blasco et al 2018), así como una tesis doctoral referida a la formulación de la potencia de desequilibrio aplicada a redes eléctricas desequilibradas sinusoidales (Blasco 2015).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Así mismo, son autores de publicaciones de libros y material docente propio del grado de ingeniería eléctrica publicadas en la editorial y el reservorio Riunet de la UPV relacionado con la teoría de circuitos, sistemas eléctricos de potencia, instalaciones de alta tensión e instalaciones eléctricas de baja tensión.

2. Metodología

En este apartado se muestra el proceso metodológico basado en la realización de prácticas informáticas que permitan sustentar los conceptos relacionados con las potencias de desequilibrio y la potencia total. Una de las principales dificultades para su implantación radica en la falta de tiempo (asignatura de 4,5 ECTS), ya que previamente son necesarios los conocimientos teóricos básicos. Se propone el incremento de la resolución de problemas de análisis de potencias realizando un mayor número de sesiones de prácticas tanto de aula como de laboratorio.

En la implantación de estas prácticas en la asignatura de SEP, es deseable que los alumnos formen grupos de trabajo de dos o tres personas y resuelvan casos prácticos ayudándose de herramientas informáticas de uso habitual. Se recomienda el empleo de la hoja de cálculo de Microsoft Excel ya que es un soporte informático sobradamente utilizado y extendido entre todos los estudiantes, del que además disponen de licencias gratuitas proporcionadas por la universidad.

En los siguientes apartados se describe la metodología a emplear. Se desarrollarán tres prácticas que se realizarán en dos sesiones de dos horas de duración, en las cuales previamente será necesaria por parte del profesor la explicación teórica de los cálculos a realizar, para posteriormente empleando los ordenadores de los laboratorios llevar a cabo el análisis.

2.1 Práctica 1: La potencia clásica.

La forma clásica de calcular la potencia aparente, activa y reactiva de un sistema trifásico, se basa en la suma de las potencias de cada fase, tanto para los sistemas equilibrados como desequilibrados, así:

$$\bar{S}_{Clasica} = \bar{S}_a + \bar{S}_b + \bar{S}_c = (P_a + P_b + P_c) + j(Q_a + Q_b + Q_c) \quad (1)$$

donde $\bar{S}_Z = \bar{V}_z \cdot \bar{I}_z^* = P_z + jQ_z$; es la potencia de cada fase *(z = a,b,c)*. La potencia activa corresponde a $P_z = V_z I_z \cos(\theta_V - \varphi_I)$ y la potencia reactiva a $Q_z = V_z I_z \sin(\theta_V - \varphi_I)$.

Tradicionalmente a la hora de explicar la potencia reactiva se asume que es la debida a la existencia de elementos reactivos inductivos y/o capacitivos. Esto no es únicamente así, en un sistema eléctrico solo con elementos resistivos es posible obtener corrientes de línea desfasadas y por tanto potencias reactivas (Jeon 2005). Así pues es necesario hacer ver a los

ISBN: 978-84-09-02970-9

estudiantes que la potencia reactiva es la debida al desfase entre tensión y corriente, a diferencia de lo considerado habitualmente.

Cuando un sistema opera con cargas y/o redes desequilibradas, la potencia total aparente del sistema no se corresponde con la obtenida por la forma clásica de sumar las potencias correspondientes a cada fase. Al operar un sistema eléctrico asimétrico se originan potencias ineficientes de desequilibrio que están relacionadas con las secuencias inversas y homopolares.

Como paso previo para el alumno, antes de iniciar el estudio, se hace necesario que este se familiarice con el Teorema de Componentes Simétricas de Fortescue que permite expresar las tensiones y corrientes de un sistema desequilibrado en tres sistemas equilibrados de secuencia positiva, negativa y homopolar. Para ello se plantearán ejercicios modelo que permitan a los estudiantes conocer las particularidades tanto de su cálculo como de las características y consideraciones que se derivan de su uso.

A partir de aquí existen dos tendencias para calcular la potencia de desequilibrio. La basada en la norma IEEE Std. 1459-2010 y la debida al desarrollo de la potencia total aparente de Buchholz. Para que el alumno se familiarice con ambas se proponen las siguientes prácticas.

2.2 Práctica 2: La potencia de desequilibrio según IEEE Std. 1459-2010

Para un sistema trifásico a tres hilos, la Norma IEEE Std. 1459-2010 emplea valores de tensión y corrientes efectivas (V_e, I_e) para determinar la potencia aparente efectiva (S_e). A partir de esta halla la potencia de desequilibrio S_u , según las expresiones siguientes, las cuales no contemplan la influencia de la secuencia homopolar.

$$S_e = 3 \cdot V_e \cdot I_e = 3 \cdot \sqrt{V_+^2 + V_-^2} \cdot \sqrt{I_+^2 + I_-^2} \tag{2}$$

$$S_u = \sqrt{S_e^2 - S_+^2} \tag{3}$$

A nuestro juicio esta no se puede despreciar, ya que es en gran medida la causante de pérdidas, calentamientos, vibraciones, etc. en los transformadores y máquinas rotativas. Es por ello que se hace necesaria la práctica siguiente en la cual se muestra el cálculo de la potencia de desequilibrio determinada a partir del desarrollo de la potencia de Buchholz.

2.3 Práctica 3: La potencia de desequilibrio a partir de la potencia total de Buchholz

La potencia total aparente de Buchholz permite el cálculo de la potencia total de un sistema eléctrico. Cuantifica la máxima potencia aparente transferible para cada forma de onda de tensión (Balci et al 2011, Blasco et al 2018) y contempla todas las variables de secuencia permitiendo el desarrollo de expresiones fasoriales de la potencia de desequilibrio, (Canturk et al 2015, Diez et al 2016,). Expresada en valores de secuencia viene dada por:

ISBN: 978-84-09-02970-9

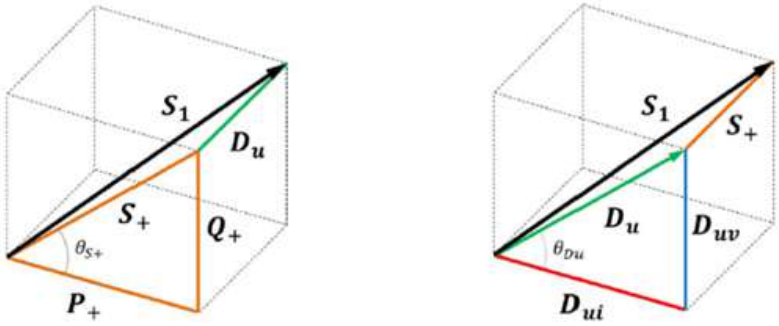
$$S = 3\sqrt{(V_+^2 + V_-^2 + V_0^2) \cdot (I_+^2 + I_-^2 + I_0^2)} \tag{4}$$

de donde se obtienen los valores en módulo de las potencias consideradas útiles de secuencia positiva y las ineficientes debidas a los desequilibrios de corriente y tensión:

$$S = 3\sqrt{S_+^2 + D_{uI}^2 + D_{uV}^2} \tag{5}$$

siendo $S_+ = 3\sqrt{V_+^2 \cdot I_+^2}$; la potencia aparente de secuencia positiva, que muestra la potencia activa útil y la potencia reactiva debida a la tensión y corriente de secuencia positiva. La potencia de desequilibrio de intensidades $D_{uI} = 3\sqrt{V_+^2 \cdot (I_-^2 + I_0^2)}$ es debida a la tensión de secuencia positiva y a las corrientes de secuencia negativa y homopolar, y la potencia de desequilibrio de tensiones $D_{uV} = 3\sqrt{(V_-^2 + V_0^2) \cdot (I_+^2 + I_-^2 + I_0^2)}$; es debida a las tensiones de secuencia negativa y homopolar y a las corrientes de secuencia positiva, negativa y homopolar.

Las potencias descritas anteriormente en (5) son mutuamente ortogonales entre sí y están definidas para el armónico fundamental, según se muestra en la siguiente representación gráfica.



$$S_1 = \sqrt{(P_+^2 + Q_+^2) + D_u^2} \qquad S_1 = \sqrt{S_+^2 + (D_{ui}^2 + D_{uv}^2)}$$

Figura 1. Representación gráfica de la potencia total de un sistema trifásico desequilibrado

Para el alumno, determinar los resultados y establecer comparaciones entre las tres formas de cálculo es fundamental para comprender y asimilar las importantes conclusiones que se derivan, pudiendo constatar que las potencias de desequilibrio calculadas anteriormente corresponden a potencias ineficientes que provocan flujos de potencia no útiles, dando lugar a fenómenos que no siempre son explicables empleando las definiciones tradicionales (Kersting 2001, Diez et al 2016, Blasco 2015), tales como:

- Elevaciones de las corrientes en distintas partes de sistema eléctrico, y por tanto caídas de tensión y elevadas pérdidas por efecto Joule.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Disminuciones de la eficiencia del sistema debidas a la limitación de la capacidad de los generadores para producir potencia útil.
- Sobredimensionamientos de los elementos y encarecimiento del sistema eléctrico.
- Necesidad de una mayor producción de energía eléctrica.
- Mal funcionamiento en los transformadores por la aparición de corrientes de secuencia homopolar en el secundario, causando calentamientos y pérdidas por efecto Joule.
- Aparición de potencias reactivas.
- Mal dimensionamiento de los elementos de protección.

Las tres prácticas descritas anteriormente se realizarán en dos sesiones de laboratorio de informática. En la primera sesión se realizarán los cálculos de la potencia clásica y la aplicación del Teorema de Fortescue y en la segunda sesión los cálculos de las potencias de desequilibrio según la norma IEEE Std. 1459-2010 y la potencia total de Buchholz.

2.4 Sesión Primera: Cálculos de la potencia clásica y el Teorema de Fortescue

Corresponde a la Práctica 1 y la Práctica 2. Se partirá de un ejercicio modelo de análisis de circuitos trifásicos desequilibrados en el cual previamente se habrán calculado los valores complejos de las tensiones e intensidades circulantes. Se determinarán los valores correspondientes a las potencias activas, reactivas y aparentes clásicas (Práctica 1, Pto. 2.1) empleando la hoja de cálculo de Microsoft Excel, y hallarán los valores de las tensiones e intensidades de secuencia mediante el Tma. de Fortescue.

El alumno creará dos nuevas hojas de cálculo dentro del fichero. En una efectuará los cálculo según la norma IEEE Std. 1459-2010 (práctica 2, pto. 2.2) y en la segunda creará una tabla resumen en que vinculará los valores obtenidos en ambos métodos. Así podrá comenzar a establecer puntos de comparación entre los resultados hallados y obtener conclusiones.

El estudiante deberá realizar un informe de la sesión de prácticas en el que se plasmen los resultados obtenidos. Este será elaborado fuera de las horas presenciales de clase, dentro del tiempo de preparación de la asignatura considerado como Trabajo No Presencial (TNP).

2.5 Sesión Segunda: Cálculos de la potencia de desequilibrio a partir de la potencia total aparente de Buchholz

Corresponde a la Práctica 3. Siguiendo con el mismo ejercicio propuesto, creará una nueva hoja de cálculo en el libro en la que calculará la potencia de desequilibrio obtenida a partir del desarrollo de la potencia total aparente de Buchholz. Los resultados se vincularán a la hoja resumen a fin de establecer comparaciones entre el método clásico, el basado en la IEEE Std. 1459-2010 y el basado en el desarrollo la potencia de Buchholz.

El alumno deberá generar un informe de la sesión de práctica en el que se plasmen los resultados obtenidos y realizar una discusión justificada de estos. Este será elaborado fuera

ISBN: 978-84-09-02970-9

de las horas presenciales de clase, dentro del tiempo de preparación de la asignatura considerado como Trabajo No Presencial (TNP).

3. Resultados

El hilo conductor que fundamenta este artículo parte dos supuestos, por un lado la importancia de que los alumnos conozcan las nuevas definiciones de las potencias y por otro la creencia de que la evaluación continua a los alumnos debe incluir, además del inevitable examen, la elaboración a lo largo del curso de ejercicios e informes que posteriormente serán corregidos por el profesor, de manera que reciba una retroalimentación que permita autoevaluarse asegurando la asimilación de la materia.

La asignatura en la que se implementará esta metodología didáctica es Sistema Eléctricos de Potencia (SEP) correspondiente al tercer curso del GIE. Su evaluación se estructurará en tres partes diferenciadas: una prueba escrita de respuesta abierta consistente en la resolución de ejercicios, una prueba de respuesta objetiva y por último la elaboración de informes de prácticas que se realizarán por grupos de dos o tres personas. Esto ayudará a consolidar algunas competencias transversales tales como CT-01 (comprensión e integración), CT-06 (trabajo en equipo), CT-10 (conocimiento de problemas contemporáneos) y CT-11 (aprendizaje permanente).

A la hora de crear estos informes el alumno deberá seguir una estructura determinada que contemplará una serie de criterios en su elaboración, siendo estos:

- La redacción será precisa y se empleará un lenguaje técnico apropiado. Las expresiones matemáticas y las representaciones gráficas deberán ser especialmente cuidadas. Se tendrá especial atención en la presentación y estructura.
- Los resultados obtenidos serán correctos, y realizará comentarios justificativos de estos de forma que se constate la adecuada asimilación de los conceptos estudiados.

Es importante reseñar que el profesor también debe de obtener por parte de los alumnos una retroalimentación que permita conocer de estos el grado de satisfacción con respecto a los informes que elaboran, de tal forma que le permita una mejora constante.

4. Conclusiones

En este artículo se propone, dentro del programa de la asignatura de Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP) del Grado de Ingeniería Eléctrica (GIE), la implementación de las definiciones de la potencia de desequilibrio y de la potencia total aparente. Para ello, en primer lugar se insiste en la necesidad de proporcionar el adecuado conocimiento teórico, para posteriormente y mediante el uso de sesiones de prácticas proponer que el alumno realice una serie de cálculos partiendo de los tres métodos propuestos, el clásico de Steinmetz, el basado en la norma IEEE Std. 1459-2010 y el basado en el desarrollo de la potencia total aparente de Buchholz. Así, siguiendo esta metodología podrá establecer

ISBN: 978-84-09-02970-9

comparaciones y obtendrá las conclusiones pertinentes, consolidando tanto la asimilación de los nuevos conceptos como de las competencias transversales. El sistema de aprendizaje está basado en la evaluación continua mediante la metodología activa de enseñanza y parte de la realización de prácticas informáticas empleando el software Microsoft Excel y la elaboración de informes mediante el trabajo en equipo. Esta forma de evaluación propuesta será implementada en la asignatura de SEP, en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy (EPSA) perteneciente a la Universitat Politècnica de València (UPV).

Referencias

Jeon, S.J. : (2005). *Definitions of apparent power and power factor in a system having transmission lines with unequal resistances*. IEE Trans. Power Deliv., 20, (3), 841-852 pp.

IEEE Std 1459-2010 (2010). *IEEE standadr definitions for the measurement of electric power quantities under sinusoidal, non-sinusoidal, balanced, or unbalanced conditions*.

Buchholz F. (1922). *Die drehstrom-scheinleistung bei ungleichmassiger belastung der drei zweige*. Licht und Kraft, 2, 9-11 pp.

Viswanadha Raju, G.K., Bijwe, P.R. (2008). *Efficient reconfiguration of balanced and unbalanced distribution systems for loss minimisation*. IET Gener. Transm. Distrib., 2, (1), 7–12 pp.

Kersting, W.H. (2001). *Causes and effects of unbalanced voltages serving an inductionmotor*. IEEE Trans. Ind Appl., 37, (1), 165–170 pp.

Blasco, P.A. (2015). *Formulación de la potencia de desequilibrio. Aplicación a redes eléctricas desequilibradas sinusoidales*. PhD tesis, Universitat Politècnica de València.

Escribano A., Vital V. (2000). *El aprendizaje basado en problemas*. España. Narcea.

Ferrero C., Martinez A.I., Oterio M.C. (2009). *Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles*. EDUTEC Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 29.

Balci M.E., Emanuel A.E. (2011). *Apparent Power Definitios. A comparasion Study*. International Review of Electrica Engineering, vol. 6, nº6, 2713-2722 pp.

Canturk S., Balci M.E., Hocaoglu M.H. (2015). *On the definition of Apparent Power*. Electrical Power Quality and Utilization, Journal Vol. XVIII, nº2.

Diez J.M., Blasco P.A., Motoya R. (2016). *Formulation of phasor unbalance power: application to sinusoidal power systems*. IET Gener. Transm. Distrib., 10, (16), 4178-4186 pp.

Blasco P.A., Montoya-Mira R., Diez J.M., Montoya R., Reig M.J. (2018). *Formulation of the phasors of apparents harmonic power: application to non-sinusoidal three-phase power systems*. Energies.

Montoya-Mira R., Diez J.M., Blasco P.A., Montoya R., (2018). *Equivalent circuit and calculation of unbalanced power in three-wire three-phase linear networks*. IET Gener. Transm. Distrib. 12, 1466-1473 pp.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Práctica docente de modificación superficial de refuerzos para su uso en materiales compuestos

D. Garcia-Garcia [a], V. Fombuena [a], M.P. Arrieta [b] y M.D. Samper [a]
dagarga4@epsa.upv.es; vifombor@upvnet.upv.es; marrie06@ucm.es; masammad@epsa.upv.es

[a] Universitat Politècnica de València, Plaza Ferrándiz y Carbonell, 03801 Alcoy (Alicante), España
[b] Universidad Complutense de Madrid, Av. Complutense s/n, 28040 Madrid, España

Abstract

In the laboratory practices of the subject " Tecnologías textiles para materiales compuestos. Biocomposites y green-composites", the methodology of project-based learning and cooperative learning has been used for the development of five different projects for the realization of different types of composite materials using surface modified fabrics. For the realization of these projects the students have worked in small groups developing composite materials, from their design, selecting the matrix, the reinforcement, orientation and modification of the reinforcement, formed of the composite material. To obtain the materials they have used thermoplastic polymer forming techniques, such as extrusion and injection, or vacuum assisted resin transfer molding (VARTM) to use thermoset polymers. In addition, the students made the characterization of the materials obtained and the exposure of the most relevant results to the rest of their classmates.

Keywords: *Teaching Practice, Superficial Modification Fabrics, Composite Materials, Textile Technologies.*

Resumen

En las prácticas de laboratorio de la asignatura "Tecnologías textiles para materiales compuestos. Biocomposites y green-composites", se ha utilizado la metodología aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje cooperativo para el desarrollo de cinco proyectos diferentes de realización de distintos tipos de materiales compuestos utilizando tejidos y cargas modificados superficialmente. Para la realización de estos proyectos los alumnos han trabajado en grupos reducidos desarrollando materiales compuestos, desde su diseño, seleccionando la matriz, el refuerzo, orientación y modificación del refuerzo, conformado del material compuesto. Para la obtención de los materiales ellos han utilizado técnicas de conformado de polímeros termoplásticos, como es la

ISBN: 978-84-09-02970-9

extrusión y la inyección, o moldeo por transferencia de resina asistido mediante vacío (VARTM) para usar polímeros termoestables. Además, los alumnos realizaron la caracterización de los materiales obtenidos y la exposición de los resultados más relevantes al resto de sus compañeros.

Palabras clave: *Práctica Docente, Modificación Superficial Tejidos, Materiales Compuestos, Tecnologías Textiles.*

1. Introducción

En la mayoría de las ocasiones el concepto de la innovación en la enseñanza está relacionado con el uso de tecnologías multimedia e internet con la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, como puede ser el caso de la clase inversa, que permite que los alumnos cooperen más durante el tiempo de clase, ya que algunos conceptos se trabajan en casa (Barrera, 2013; Lluch, Peñalver, & Codesal, 2015), gracias a que el material teórico-conceptual suele ser subido a una plataforma virtual por el docente en formato digital, como videos explicativos, chats interactivos, documentos, etc.

Sin embargo, en algunas ocasiones la innovación en la enseñanza se puede generar en prácticas de laboratorio, dejando a los estudiantes investigar, desarrollar y ejecutar proyectos donde son ellos los que trabajan en contacto con los recursos disponibles, como es el caso del aprendizaje basado en proyectos (García-Almiñana & Amante García, 2006), considerada un estrategia de aprendizaje real, que suscita ciertas acciones como son la toma de decisiones, resolución de problemas o realización de tareas complejas, siendo los alumnos la parte activa del proyecto, ya que trabajan de forma autónoma la mayor parte del tiempo y finaliza en la elaboración de una presentación o un producto final y que puede ser implantado en todos los niveles educativos (Gómez-Pablos, Llorente, Muñoz-Repiso, & Rodríguez, 2018; Miñambres, Martínez, & Gorostiza, 2018). En este sentido, las prácticas de laboratorio son un escenario idóneo para desarrollar simultáneamente innovación educativa mediante el aprendizaje basado en proyectos, favoreciendo el rol activo del estudiante y la motivación académica y aprendizaje cooperativo (Johnson & Johnson, 1999; Johnson, Johnson, & Holubec, 1999).

En este sentido, se valoró realizar en las prácticas de la asignatura "Tecnologías textiles para materiales compuestos. Biocomposites y green-composites" cinco proyectos diferentes, distribuidos en grupos reducidos para aplicar el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje cooperativo para que los alumnos desarrollen materiales compuestos utilizando la misma estructura pero realizando diferentes tratamientos superficiales al refuerzo del material compuesto. El principal el objetivo es que desarrollen y caractericen este tipo de materiales y sean conscientes de la importancia de realizar tratamientos superficiales al refuerzo para mejorar la interfaz entre refuerzo-matriz y así incrementar las propiedades mecánicas del material.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2. Trabajos Relacionados

Previamente a la puesta en marcha de la metodología del aprendizaje basado en proyectos en la asignatura de "Tecnologías textiles para materiales compuestos. Biocomposites y green-composites", los autores ya habían implementado dicha metodología en una de las asignaturas impartidas y cuya experiencia fue descrita en un trabajo titulado "Práctica docente de reciclado a escala piloto de tapones en la asignatura "Tratamiento de residuos" del Grado de Ingeniería Química" (Lopez-Martinez, Garcia-Garcia, Carbonell-Verdu, & Samper, 2018). En las prácticas de dicha asignatura se recreó a escala piloto el reciclado de materiales plásticos procedentes de la recogida selectiva de tapones, concretamente se realizó el lavado de los tapones en tinas de lavado, su triturado, extrusión, inyección y caracterización mediante diversas técnicas: índice de fluidez (MFI), infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR), calorimetría diferencial de barrido (DSC) y caracterización mecánica. Debido a la buena aceptación de las prácticas por parte de los alumnos se decidió implementar dicha metodología en otras de las asignaturas impartidas por los autores, como es el caso del presente trabajo.

3. Metodología

En el presente trabajo, los estudiantes de la asignatura de "Tecnologías textiles para materiales compuestos. Biocomposites y green-composites" del Máster Universitario en Ingeniería Textil de la Universitat Politècnica de València han desarrollado en las prácticas diferentes materiales compuestos a escala piloto en el laboratorio. Para llevar a cabo las prácticas se ha empleado la metodología del aprendizaje basado en proyectos donde los alumnos han necesitado recopilar información previa para su posterior aplicación en el desarrollo de las prácticas. Para la implementación de esta metodología, es necesaria la colaboración activa de los alumnos, ya que esta metodología implica una comunicación continua entre los alumnos y el profesor, así como entre los propios alumnos. Además, esta metodología necesita de la cooperación entre todos los miembros del grupo. Este sistema docente da lugar a la generación de debates y a la existencia de dudas por parte de los alumnos que no suelen aparecer en las clases teóricas magistrales, siendo el profesor el moderador del debate y la persona encargada de resolver las posibles dudas que vayan surgiendo durante la evolución de las prácticas.

3.1. Planteamiento del trabajo a realizar

Para la correcta puesta en marcha de la metodología del aprendizaje basado en proyectos, se realizó un trabajo previo con los alumnos de búsqeda bibliográfica dirigida. El mismo consistió en la realización de una clase magistral en la que el profesor mostró diferentes herramientas para la búsqueda de artículos científicos a traves de internet. En este caso se enseñó a los alumnos el empleo de buscadores como la *Web of Science* o *Google Académico*, con el objetivo de que los alumnos pudieran realizar la búsqueda de diferentes artículos científicos relacionados con la investigación en materiales compuestos y les sirviesen para el planteamiento del trabajo a realizar en las prácticas de la asignatura. En este caso, dicha

ISBN: 978-84-09-02970-9

busqueda de información les permitió decidir los materiales a utilizar (matriz y refuerzo), los tratamientos a realizar a los refuerzos seleccionados y los métodos de fabricación de los materiales compuestos.

3.2. Preparación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos

En primer lugar, durante la primera sesión de prácticas el profesor mostró a los alumnos de forma práctica diferentes procesos de fabricación de materiales compuestos como por ejemplo, el moldeo por transferencia de resina asistido mediante vacío, el laminado manual, la extrusión e inyección de termoplásticos o la termocompresión, técnicas que previamente habían sido descritos en las clases teóricas. En dicha sesión de prácticas también se les enseñó a los alumnos el funcionamiento de los diferentes equipos de caracterización que tendrían que utilizar para la caracterización de los materiales compuestos obtenidos, como son el funcionamiento de equipos de caracterización mecánica como la máquina universal de ensayos, para la caracterización a tracción y flexión de los materiales compuestos, el equipo de impacto charpy o el durómetro, y equipos de caracterización térmica como DSC o el análisis termogravimétrico (TGA). El objetivo principal de dicha práctica es que el alumno se familiarice con las diferentes técnicas de procesado y caracterización descritas y vea *in situ* sus principales ventajas e inconvenientes.

3.3. Aplicación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos

En este caso la metodología del aprendizaje basado en proyectos se aplicó en la asignatura de "Tecnologías textiles para materiales compuestos. Biocomposites y green-composites" del Máster Universitario en Ingeniería Textil de la Universitat Politècnica de València durante el segundo semestre del curso académico 2018/2019 a un total de 23 estudiantes. El principal objetivo de las prácticas era el planteamiento de un trabajo de investigación relacionado con la aplicación de diferentes tratamientos a refuerzos para su posterior utilización en la fabricación de materiales compuestos. Con dichas prácticas se pretende que el alumno ponga en práctica los conocimientos adquiridos en las clases teóricas magistrales y vea desde un punto de vista práctico como se trabaja a nivel industrial en el sector de los materiales compuestos. En dichas prácticas, los 23 alumnos, divididos en 5 grupos, fueron los responsables de seleccionar los materiales (matriz y refuerzo), los diferentes tratamientos a realizar al refuerzo y el método de fabricación de los materiales compuestos, y el profesor únicamente actuó como guía, intentando intervenir lo menos posible en el desarrollo de las mismas.

3.4. Desarrollo de los materiales compuestos

Los estudiantes, tras la búsqueda previa de información en artículos científicos, plantearon al profesor los trabajos a desarrollar durante las prácticas, concretamente decidieron que matriz polimérica utilizar, el tipo de refuerzo y sus tratamientos y el proceso de fabricación de los materiales compuestos. La Tabla 1 recoge los diferentes trabajos planteados por cada uno de los grupos de alumnos.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Tabla 1. Trabajos planteados por los diferentes grupos.

Grupo	Matriz	Refuerzo	Tratamiento del refuerzo	Proceso de fabricación
1	Resina de poliéster	Fibra de basalto	1º Sin tratamiento 2º Plasma altura 1 cm 3º Plasma altura 3 cm 4º Plasma altura 5 cm	VARTM
2	Resina de poliéster	Fibras de pizarra/bambú	1º Sin tratamiento 2º Plasma altura 1 cm 3º Mercerizado 1 hora 4º Mercerizado 2 horas	VARTM
3	Resina de poliéster	Fibra de carbono	1º Sin tratamiento 2º Plasma 3º Mercerizado 4º Silanización	VARTM
4	Ácido poliláctico (PLA)	Huesos de aceituna	1º Sin tratamiento 2º Mercerizado 3º Silanización 4º Mercerizado/Silanización	Extrusión/Inyección
5	Ácido poliláctico (PLA)	Posos de café	1º Sin tratamiento 2º Mercerizado 3º Silanización 4º Compatibilizante	Extrusión/Inyección

Los estudiantes, durante las diferentes sesiones de prácticas llevaron a cabo los diferentes procesos para el desarrollo del trabajo, en un primer lugar cada uno de los grupos realizó los tratamientos planteados al refuerzo seleccionado. Una vez realizado los tratamientos, se llevó a cabo la fabricación de los materiales compuestos mediante el proceso de transformación seleccionado. Cabe destacar que cada grupo fabricó cuatro materiales compuestos, uno por cada tratamiento realizado y uno en el que el refuerzo no estaba tratado y que serviría para analizar el efecto de los tratamientos llevado a cabo y poder comparar como afectaba cada tratamiento del refuerzo a las propiedades globales del material obtenido. Por último, todos los materiales obtenidos por cada grupo fueron caracterizados mediante caracterización mecánica (ensayos de tracción, flexión, impacto y dureza). En el caso de los grupos 4 y 5, que emplearon un polímero termoplástico como matriz, también se realizó la caracterización térmica (ensayos de DSC y TGA) de los materiales compuestos. En la Figura 1 se muestra las imágenes de los tratamientos, el procesado del material compuesto y el material obtenido de dos de los grupos de prácticas.

3.5. Evaluación del trabajo de los alumnos

En este caso las prácticas de laboratorio tienen un peso total del 70% de la asignatura. La evaluación de las prácticas se realizó al final de la asignatura mediante la presentación por parte de cada grupo de un trabajo escrito que siguiera la estructura de un artículo científico, donde se mostraran y compararan los resultados obtenidos por cada uno de los materiales

ISBN: 978-84-09-02970-9

compuestos fabricados. Además, también se realizó una presentación oral por cada grupo donde se expuso el proceso seguido durante el desarrollo de las prácticas y los resultados más relevantes obtenidos. Dicha presentación oral fue evaluada por el resto de compañeros mediante el empleo de una rúbrica que el profesor entregó a cada uno de ellos, en la cual se valoraba la interpretación de los resultados, la organización del trabajo, el lenguaje técnico utilizado, el dominio del tema y las conclusiones presentadas. La valoración media de los alumnos fue ponderada con la valoración del profesor.

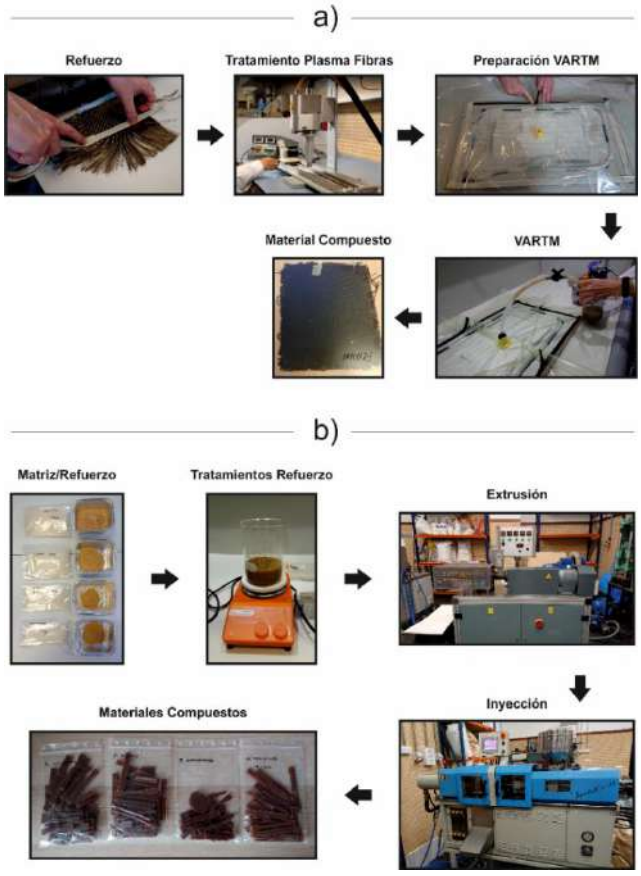


Figura 1. Proceso de obtención de materiales compuestos: a) grupo 1 y b) grupo 4

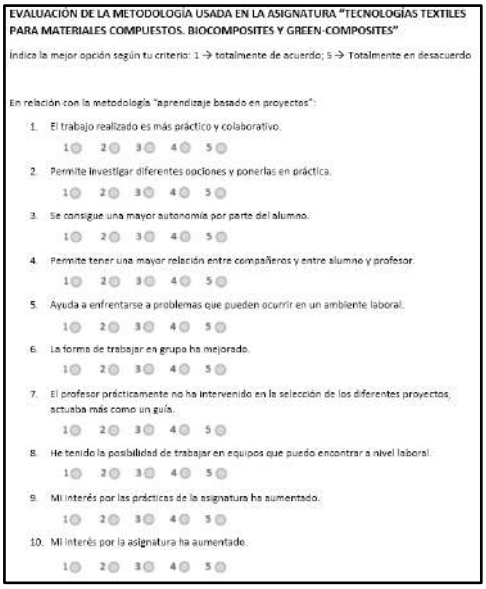
4. Resultados

Tras la realización de las prácticas y la presentación de los resultados, se observó como al menos uno de los tres tratamiento realizados en cada uno de los grupos mejoraba las propiedades mecánicas con respecto al material compuesto en el que el refuerzo no había sido tratado, evidenciando de esta manera la efectivadad de los tratamientos seleccionados por los

ISBN: 978-84-09-02970-9

alumnos. Además, cabe destacar que la metodología empleada para la realización de las prácticas dio lugar a una participación activa en el desarrollo de las mismas por parte de la mayoría de los estudiantes.

Debido a que era la primera vez que se realizaba este tipo de metodología en la asignatura de "Tecnologías textiles para materiales compuestos. Biocomposites y green-composites" se pidió a los alumnos que realizaran una encuesta anónima para evaluar la metodología empleada en las prácticas de la asignatura y su satisfacción con el desarrollo de las mismas (Figura 2).



EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA USADA EN LA ASIGNATURA "TECNOLOGÍAS TEXTILES PARA MATERIALES COMPUESTOS. BIOCOMPOSITES Y GREEN-COMPOSITES"

Indica la mejor opción según tu criterio: 1 → totalmente de acuerdo; 5 → Totalmente en desacuerdo

En relación con la metodología "aprendizaje basado en proyectos":

1. El trabajo realizado es más práctico y colaborativo.
   1○ 2○ 3○ 4○ 5○
2. Permite investigar diferentes opciones y ponerlas en práctica.
   1○ 2○ 3○ 4○ 5○
3. Se consigue una mayor autonomía por parte del alumno.
   1○ 2○ 3○ 4○ 5○
4. Permite tener una mayor relación entre compañeros y entre alumno y profesor.
   1○ 2○ 3○ 4○ 5○
5. Ayuda a enfrentarse a problemas que pueden ocurrir en un ambiente laboral.
   1○ 2○ 3○ 4○ 5○
6. La forma de trabajar en grupo ha mejorado.
   1○ 2○ 3○ 4○ 5○
7. El profesor prácticamente no ha intervenido en la selección de los diferentes proyectos, actuaba más como un guía.
   1○ 2○ 3○ 4○ 5○
8. He tenido la posibilidad de trabajar en equipos que puedo encontrar a nivel laboral.
   1○ 2○ 3○ 4○ 5○
9. Mi interés por las prácticas de la asignatura ha aumentado.
   1○ 2○ 3○ 4○ 5○
10. Mi interés por la asignatura ha aumentado.
    1○ 2○ 3○ 4○ 5○

Figura 1. Encuesta realizada por los alumnos sobre la metodología empleada en las prácticas

El test lo realizaron 21 estudiantes, de 23 que están matriculados en la asignatura, los resultados más significativos fueron: el 95,2% (20 estudiantes) están completamente de acuerdo con la afirmación "se consigue una mayor autonomía por parte del alumno". El 85,7% (18 alumnos) están completamente de acuerdo con la afirmación "permite tener una mayor relación entre compañeros y entre alumno y profesor". El 80,6 % (17 alumnos) están completamente de acuerdo con la afirmación "El profesor prácticamente no ha intervenido en la selección de los diferentes proyectos, actuaba más como un guía". El 47,6 % (10 alumnos) están completamente de acuerdo con la afirmación "ayuda a enfrentarse a problemas que pueden ocurrir en un ambiente laboral".

5. Conclusiones

La aplicación de la metodología de aprendizaje basado en proyectos en la asignatura de "Tecnologías textiles para materiales compuestos. Biocomposites y green-composites" del Máster

ISBN: 978-84-09-02970-9

Universitario en Ingeniería Textil de la Universitat Politècnica de València ha sido satisfactoria y de gran aceptación por parte del alumnado tal y como muestran los resultados obtenidos en la encuesta anónima realizada.

Los puntos fuertes de esta experiencia han sido la completa autonomía del alumnado en las prácticas, permitiéndole el uso de equipos de procesado y caracterización habituales en la industria de los materiales compuestos. Además dicha metodología ha dado lugar a una alta cooperación entre los alumnos integrantes de los grupos existiendo debates internos en cuanto al procesado del material y sobre la discusión de los resultados obtenidos. Así mismo, esta metodología permitió que los estudiantes adquirieran un juicio crítico tanto a la hora de seleccionar los materiales de partida como a la hora de caracterizar los materiales finales. Por otro lado, cabe destacar la motivación de los alumnos en las prácticas cuando se enfrentan a situaciones similares a las de la industria.

Debido a la buena experiencia obtenida con la implementación de esta metodología, no solo por los buenos resultados obtenidos en los trabajos de los estudiantes, sino también por la motivación adicional que los estudiantes han mostrado, se pretende continuar con esta metodología en años sucesivos e incluso aplicarla en otras asignaturas.

Referencias

Barrera, A. G. (2013). El aula inversa: cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. *Avances en supervisión educativa*(19).

García-Almiñana, D., & Amante García, B. (2006). Algunas experiencias de aplicación del aprendizaje cooperativo y del aprendizaje basado en proyectos. *I Jornadas de Innovación Educativa.*

Gómez-Pablos, V. B., Llorente, A. M. P., Muñoz-Repiso, A. G.-V., & Rodríguez, M. L. G. (2018). La percepción de los docentes de Bachillerato sobre un proyecto de aprendizaje-servicio. Un estudio de caso. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado, 21*(2), 65-78.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). Aprender juntos y solos.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula.

Lluch, C. J., Peñalver, M. P., & Codesal, E. S. (2015). Educación inversa, una metodología innovadora¿ Coincide la percepción que tienen los alumnos de ella con la nuestra? *XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio.*

Lopez-Martinez, J., Garcia-Garcia, D., Carbonell-Verdu, A., & Samper, M. D. (2018). Práctica docente de reciclado a escala piloto de tapones en la asignatura "Tratamiento de residuos" del Grado de Ingeniería Química. *IV Congreso de innovación docente en ingeniería química.*

Miñambres, P. R., Martínez, A. R., & Gorostiza, A. I. U. (2018). Cómo evaluar una simulación de la metodología por proyectos a través del uso de rúbricas en el Grado de Educación Primaria. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado, 21*(2), 43-63.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La competencia transversal "Pensamiento crítico" en la asignatura Matemáticas II en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la ETS de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València.

Suitberto Cabrera García, Andrés Carrión García, Abel Cabrera Martínez y Suitberto Cabrera Ulloa[a].

suicabga@eio.upv.es; acarrion@eio.upv.es; abel.cabrera@urv.cat; suitber@gmail.com

[a,] Afiliación (UniversitatPolitècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España)
[b]Afiliación (Universitat Rovira i Virgili, Carrer de l'Escorxador, 43003, Tarragona, España)

Abstract

This paper presents the results obtained of the analysis of the transversal competency "critical thinking" in the course of Mathematics II, part of the degree in "Industrial Design and product Development Engineering", at the Faculty of Design Engineering in the Universitat Politecnica de Valencia. The work in this competency is developd through the writing of a critical report by students, working in small teams, commenting a lecture by professionals from reputed companies about the field of Statistical Quality Control (subject included in the syllabus of the Mathematics II course). Results have been considered very positive, as with this report students develops and demonstrate a critical attitude in front of the industrial reality, being able to analyze and question information, results, conclusions and others' points of view.

Keywords: *transversal competency, criticalthinking, companies, report.*

Resumen

Se exponen los resultados obtenidos al trabajar la competencia transversal "pensamiento crítico" en la asignatura Matemáticas II del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la UniversitatPolitècnica de València. Esta competencia se trabaja mediante la redacción de una tarea consistente en un informe crítico por parte de los estudiantes, en equipos de trabajo, a partir de una conferencia impartida por profesionales de empresas de reconocido prestigio, sobre el tema de Control Estadístico de la Calidad, el cual forma parte del Proyecto Docente de la Asignatura. Los resultados han sido buenos, mediante esta tarea los alumnos logran mostrar una actitud crítica

ISBN: 978-84-09-02970-9

ante la realidad, siendo capaces de analizar y cuestionar información, resultados, conclusiones y diferentes puntos de vista.

Palabras clave:*competencia transversal, pensamiento crítico, empresas,tarea.*

1. Introducción.

Matemáticas II es una asignatura de formación básica, que se imparte en el primer semestre del segundo curso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València.

La filosofía recogida en el Espacio Europeo de Educación Superior en cuanto al aprendizaje por competencias ha sido aplicada y desarrollada en la UPV. Para cado Grado se definen las competencias transversales, comunes a todos y las competencias generales y específicas de cada Grado. A continuación estas competencias se distribuyen por las diferentes asignaturas, y en el caso de las competencias transversales se concede la responsabilidad de desarrollar y evaluar cada competencia a un número de asignaturas, denominadas puntos de control.

Las competencias transversales UPV (http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/) pretenden sintetizar un perfil competencial que adquieren todos los alumnos egresados de la UPV, garantizando que se cubre el marco de referencia de todas las titulaciones.

Para su definición se han tenido en cuenta las normativas y directrices más importantes nacionales e internacionales así como la numerosa literatura científica existente sobre las mismas. De este modo, se llega a la definición del siguiente listado de competencias transversales UPV:

- ✓ Comprensión e integración.
- ✓ Aplicación y pensamiento práctico.
- ✓ Análisis y resolución de problemas.
- ✓ Innovación, creatividad y emprendimiento.
- ✓ Diseño y proyecto.
- ✓ Trabajo en equipo y liderazgo.
- ✓ Responsabilidadética, medioambiental y profesional.
- ✓ Comunicación efectiva.
- ✓ Pensamiento crítico.
- ✓ Conocimiento de problemas contemporáneos.
- ✓ Aprendizaje permanente.
- ✓ Planificación y gestión del tiempo.

Para nuestra asignatura fueron definidas las siguientes competencias:

ISBN: 978-84-09-02970-9

Competencias generales de la asignatura: Utilizar las herramientas e instrumentos necesarios para la observación y solución de problemas de la ingeniería y la arquitectura. Nivel de adquisición indispensable.

Competencias Transversales: Pensamiento crítico. Punto de control de esta competencia.

Competencias específicas:Evaluar y optimizar criterios para la toma de decisiones. Nivel de adquisición indispensable.

1.1. Planificación y programación docente. Distribución.

El contenido de la asignatura comprende 8 Unidades Temáticas (Tabla 1). La docencia se impartirá en 15 semanas, con 4 horas de clase semanales. Estas horas se repartirán de la siguiente forma: 2,0 horas de teoría, y 2,0 horas de prácticas en el laboratorio informático.

Tabla 1. Unidades Didácticas. Distribución.

Unidad Didáctica	**Teoría**	**Práctica**
UD 1. Presentación	2	2
UD 2. Estadística Descriptiva	4	4
UD 3. Probabilidades.	2	2
UD 4. Variables Aleatorias y Dist. de Probabilidad.	10	10
UD 5. Inferencia Estadística	6	6
UD 6. ANOVA	2	2
UD 7. Modelos de Regresión	2	2
UD 8. Control de Calidad.	2	2
Total horas:	30	30

Tabla 2. Trabajo autónomo del alumno.

Nombre	Descripción	Horas
Estudio teórico	Estudio de contenidos relacionados con las "clases teóricas": Incluye cualquier actividad de estudio que no se haya computado en el apartado anterior.	45
Estudio práctico	Relacionado con las "clases prácticas".	30
Actividades complementarias	Son tutorías no académicas y actividades formativas voluntarias relacionadas con la asignatura,	10
	Total horas	85

ISBN: 978-84-09-02970-9

El trabajo autónomo que el estudiante debe realizar en la signatura se recoge en la Tabla 2.

El contenido dela Unidad didáctica 8 es el siguiente:

Unidad Didáctica 8.-Semana 15. Control de Calidad.

1.- Calidad y características de calidad.

- Definición de calidad.
- Características de calidad.
- Tipos de características de calidad.

2.- Control estadístico de la calidad. Control de procesos.

- Concepto de control estadístico de calidad. Modalidades.
- Las técnicas estadísticas y el control de calidad.

3.- Gráficos de Control. Definición y estructura.

4.- Gráficos de control. Objetivos

5.- Tipos de Gráficos de Control.

6.- Factores que intervienen en el diseño de un gráfico de control.

7.- Tipos de gráficos de control

- Gráficos de control por variables.
- Gráficos de control por atributos.

Objetivos:

En el tema se realizaran las definiciones sobre:

- Calidad, características de calidad y Tipos de características de calidad.
- Concepto de control estadístico de calidad. Modalidades. Las técnicas estadísticas y el control de calidad.
- Tipos de Gráficos de Control.

Y se aprenderán las técnicas básicas de aplicación de estos conceptos y herramientas.

Trabajos Prácticos: La sesión de prácticas se realizará en el aula y los alumnos escucharan la intervención de técnicos de calidad de Empresas seleccionadas que contaran como se aplican los criterios estudiados de calidad en sus respectivas empresas. Los alumnos en equipos entregarán el informe de la Tarea 10 "Calidad"

1.2. Evaluación de la asignatura

Se realizaran dos pruebas escritas de respuesta abierta. El peso de la primera prueba será un 20% de la nota final y el de la segunda un 30%. El peso global de este sistema de evaluación será un 50% de la nota final.

Se realizaran dos pruebas objetivas de tipo test. El peso de cada una de ellas será un 15% de la nota final. El peso global de este sistema de evaluación será un 30% de la nota final.

ISBN: 978-84-09-02970-9

El trabajo personal realizado a lo largo del curso será evaluado con un peso del 20% de la nota final. Este trabajo será la suma de las evaluaciones de los trabajos prácticos realizados durante el curso.

2. Trabajos Relacionados

Con anterioridad se ha publicado Villa M., Barceló S., Debón A., Cabrera S., Calduch-Losa A., Vidal S.(2017) relacionado con la temática expuesta y que complementa lo planteado en el presente trabajo.

3. Metodología

El objetivo de esta tarea es evaluar la competencia transversal pensamiento crítico, de la cual, como se ha señalado la asignatura es punto de control. La metodología seguida para ello es la recomendada en la UPV (http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/) y de manera general contempla entre otros, los siguientes aspectos:

1. El proceso de evaluación resulta de gran relevancia en la formación técnica y profesional: un buen sistema de evaluación permite, por una parte, que los estudiantes puedan confiar en la calidad de su formación y, por otra parte, que los empleadores puedan tener confianza en los estudiantes acreditados.
2. La UniversitatPolitècnica de València ha definido **tres vías de evaluación** para las competencias transversales UPV:a través de **asignaturas** que son **punto de control,** al finalizar los estudios: **a través del TFG** (Trabajo Final de Grado) **y del TFM** (Trabajo Final de Máster) y mediante **actividades extracurriculares** que evidencien el nivel alcanzado en cualquiera de las competencias transversales UPV.
3. En las asignaturas punto de control debe evaluarse el grado de adquisición de las competencias transversales teniendo en cuenta**:**

- Que exista **coherencia entre el objeto a evaluar y el procedimiento** seleccionado para ello.
- Identificando adecuadamente **los niveles de dominio** (o desarrollo) y aquellos **resultados de aprendizaje** que los caracterizan con el fin de determinar cuáles deben ser los aprendizajes esenciales en cada uno de los niveles.
- Planteando **estrategias evaluativas** que se centren en **la realización**, por parte de los estudiantes, **de actividades lo más auténticas posibles** y con un nivel adecuado de complejidad según el momento formativo.
- Contando con**instrumentos de evaluación** adecuados, por ejemplo, la utilización de rúbricas.

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Resultados

La experiencia que se describe viene aplicándose en la asignatura en los últimos tres cursos académicos.

A inicios de cada curso se contacta con especialistas del sector de la Calidad de Empresas de reconocido prestigio, como Ford, Torrecid, SRG Global, Stadler, entre otras, y se les pide preparar una conferencia que recoja la aplicación práctica en sus Empresas de los contenidos del tema Control de Calidad de la asignatura.

Previamente a los alumnos se les explica que ese Tema será desarrollado, mediante una clase práctica previa a la Conferencia, donde el profesor explica el alcance y contenido de la tarea a entregar, el tipo de informe que se demanda, especificando los criterios de calidad y explicando los principales momentos que los estudiantes deberán tener en cuenta durante la Conferencia. Se forman los equipos de tres estudiantes. La Conferencia se imparte en la semana que corresponde según el calendario docente y se hace en el Salón de Actos de la Escuela.

El informe que entregan los alumnos debe describir una introducción de la actividad de la Empresa y las técnicas de control de calidad, un primer capitulo en que los alumnos explican el porqué del Control de Calidad en la Empresa en cuestión según su opinión razonada, un segundo capitulo donde los alumnos analizan la viabilidad, y las ventajas e inconvenientes del supuesto desarrollado y aplicado en la Empresa en cuestión, un tercer capitulo donde los alumnos deben analizar si los procedimientos generales aplicados por la Empresa se "acercan" a los planteamientos teóricos contenidos en los apuntes de clases y de manera general si siguen Normas de calidad tipo las normas ISO u otro tipo de normas.

La evaluación de la tarea y por tanto del 80% de la competencia (el otro 20 % de la evaluación tiene en cuenta la evaluación del resto de las 9 Tareas) se realiza en base a los resultados del informe teniendo en cuenta calidad del mismo y la rúbrica correspondiente.

La realización de la rúbrica tiene en cuenta las recomendaciones realizadas en la rúbrica para esta competencia de la UPV:

Para ello se define en el **nivel de dominio I** de la competencia que tiene como resultado de aprendizaje: mostrar una actitud crítica ante la realidad, siendo capaz de analizar y cuestionar información, resultados, conclusiones y otros puntos de vista, que los alumnos en el informe utilicen el indicador "Mostrar una actitud crítica ante la realidad que el conferenciante expone: se pregunten el porqué del Control de Calidad en la Empresa".

En el **nivel de dominio II** y buscando el resultado de aprendizaje: analizar si existe coherencia entre los juicios propios y ajenos, valorando sus implicaciones, utilizar el indicador "Identificar las implicaciones (pros contras) de diferentes alternativas o soluciones, invitando a los alumnos a reflexionar sobre la viabilidad, y las ventajas e inconvenientes del supuesto desarrollado y aplicado en la Empresa en cuestión".

ISBN: 978-84-09-02970-9

Y por ultimo en el **nivel de dominio III** persiguiendo el resultado de aprendizaje: argumentar la pertinencia de los juicios emitidos en planteamientos complejos, utilizar el indicador "Verifica la conformidad de un planteamiento respecto a una norma o estándar". Este nivel de dominio es el más complejo y por lo tanto se le pide a los alumnos que comenten si los procedimientos generales aplicados por la Empresa se "acercan" a los planteamientos teóricos contenidos en los apuntes de clases y de manera general si siguen Normas de calidad tipo las normas ISO u otro tipo de normas.

Tabla 1. Evaluaciones de la competencia Pensamiento Crítico.

	A	B	C	D	Total
2017	24	48	23	43	138
2018	25	50	27	32	134
2019	28	64	39	16	147

Fuente: Elaboración propia

En base a la metodología descrita se ha evaluado la competencia en los últimos cursos docentes y los resultados se muestran en la Tabla 1 y la Figura 1.

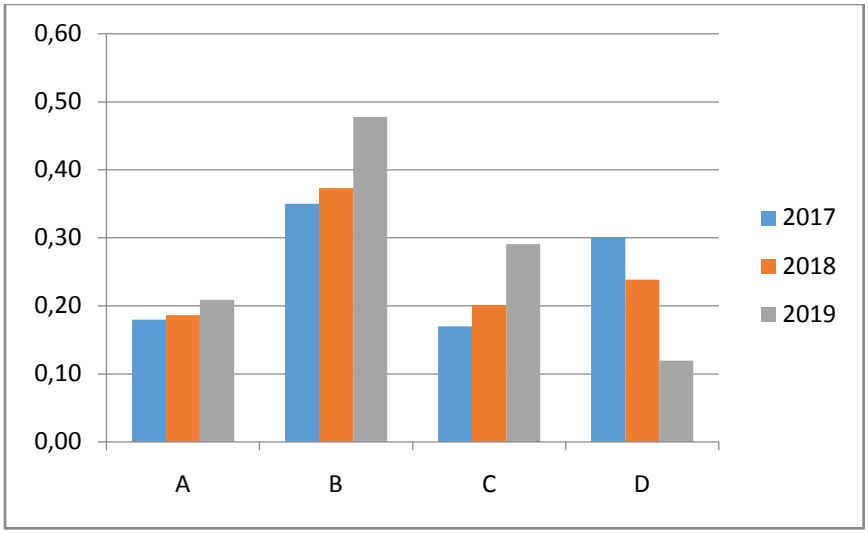


Figura 1.Histograma de frecuencias relativas de las evaluaciones de la competencia Pensamiento Crítico.

Como se observa se ha producido un incremento de las evaluaciones A (Excelente), B (adecuado) y C (en desarrollo) a la vez que una disminución en la evaluación D (no alcanzado). Si sumamos las evaluaciones A y B evolucionan desde un 53%, a un 69% en el último curso. Las evaluaciones C de un 17 % a un 29 %, mientras que los alumnos que no alcanzan el nivel adecuado de la competencia disminuyen de un 30 % a un 12 %.

ISBN: 978-84-09-02970-9

5. Conclusiones

A la vista de los resultados se concluye que el uso del método descrito es válido para evaluar la competencia pensamiento crítico.

Se observa como el perfeccionamiento del procedimiento de evaluación, junto al aumento de la calidad y dedicación de los alumnos permite un aumento en la calidad de las evaluaciones, lo que demuestra un aporte desde la asignatura a la consecución de las habilidades contenidas en esta competencia.

Referencias

UniversitatPolitècnica de Valéncia. *Competencias transversales*. https://poliformat.upv.es/access/content/group/ESP_0_2254/FAQs%20CompetTrans

UniversitatPolitècnica de Valéncia. *Competencias transversales. Pensamiento crítico.* http://competencias.webs.upv.es/wp/pensamiento-critico.

UniversitatPolitècnica de Valéncia. *Competencias transversales*.http://competencias.webs.upv.es/wp/versalesUPV_Versi%C3%B3n%20septiembre_15.pdf.

Villa A., Poblete, M. (2007): *Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas.* Ed. Mensajero. Bilbao.

Villa M., Barceló S., Debón A., Cabrera S., Calduch-Losa A., Vidal S.(2017). *Trabajando y evaluando la competencia transversal "Pensamiento Crítico".* Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior. Libro de Resúmenes XIV FECIES. 978-84-697-2781-2

ISBN: 978-84-09-02970-9

npS... no problems, Solutions: una metodología para llevar la revolución de las competencias al aula

Diego Carmona Fernández[a], Miguel A. Jaramillo Morán[a], José Luis Canito Lobo[b], Diego Rodríguez Méndez[a] y Alfonso Carlos Marcos Romero[b]

dcarmona@unex.es ; miguel@unex.es ; jlcanito@unex.es ; drdriguezmendez@gmail.com ; acmarcos@unex.es

[a]Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, UEx, Avda. de Elvas, s/n, 06006, Badajoz (Badajoz), España

[b]Departamento de Expresión Gráfica, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, UEx, Avda. de Elvas, s/n, 06006, Badajoz (Badajoz), España

Abstract

A report on employment in Spain (Infoempleo-Adecco) supports the fact that 60% of companies have significant problems to cover the job offers in the last decade.

In the same way, ManpowerGroup insists that this fact reaches its highest value in the last 12 years in its study on the shortage of talent.

On the other hand, the graduates of the Spanish University, as indicated in the 'Spanish graduate employability and employment barometer' prepared by the University Observatory of Employability and Employment, claim more practical methodologies, based on projects/competencies of the students, to change the work in the classroom and avoid more traditional methodologies, focused on content the teaching perfomance.

Perhaps the key to reducing this 'talent gap' could be found in the reduction of the 'methodological gap', mainly when it has not been correctly understood in the EHEA that 'working with projects and by/for students competences' was contrary to 'work from content'.

This work shows how npS, a methodology focused on competencies, has been applied to different educational contexts, improving the performance of the competences of the participating students, and, therefore, their 'talent gap'.

Keywords: *npS, competencies, methodologies, projects, talent.*

Resumen

El último informe sobre oferta y demanda de empleo en España de Infoempleo-Adecco, corroboraba la tendencia que, en la última década, alerta

ISBN: 978-84-09-02970-9

acerca de que ya casi el 60% de las empresas está teniendo serios problemas para cubrir los puestos de empleo que oferta.

Manpowergroup, en la misma línea, en su estudio sobre escasez de talento de 2018, insiste en que esta situación alcanza su valor más alto en los últimos 12 años.

Por su parte, los egresados de la Universidad Española reclaman, como se evidencia en el barómetro de empleabilidad y empleo de los universitarios en España, elaborado por el Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios, metodologías más practicas, centradas en el trabajo por proyectos y en el desempeño competencial del alumno, para revolucionar el aula, prescindiendo de metodologías expositivas más tradicionales centradas en contenidos y en el profesor.

Tal vez la clave para reducir ese gap de talento se encuentre en el gap metodológico, especialmente cuando desde el EEES no se ha entendido correctamente lo que era trabajar por proyectos y por/para competencias del alumno, frente a trabajar por contenidos y desde el profesor.

Este trabajo muestra cómo npS, una metodología centrada en competencias, ha sido aplicada en diferentes contextos educativos mejorando el desempeño competencial de los alumnos participantes y, con ello, su gap de talento frente a distintos puestos de empleo.

Palabras clave: *npS, competencias, metodologías, proyectos, talento.*

1. Introducción

Allá por el año 1900, Jean-Marc Côté y otros artistas franceses jugaron a imaginar a través de las pinturas "*Francia en el año 2000*", cómo sería su país en el siguiente siglo.

En todas ellas se observa como elemento común la visión de un mundo más automatizado de lo que lo estaba a finales del siglo XIX. Así, observamos cómo imaginaban que el cartero viajaría en una especie de dron que le permitiría entregar las cartas en las ventanas, o cómo una máquina haría las labores de limpieza en las casas, o cómo brazos robotizados realizarían las labores propias del barbero sobre los clientes en lugar de tener que hacerlo él.

Pero especialmente llama la atención la que tiene que ver con cómo visualizaban que serían los procesos de enseñanza-aprendizaje en el siglo XXI. En ella se observa cómo un joven gira continuamente una manivela, de lo que podría ser una trituradora de libros en la que, el profesor, va depositando libros "a digerir" en la tolva superior. La máquina, conectada a los

ISBN: 978-84-09-02970-9

alumnos mediante una especie de cascos o auriculares, le transmitiría la información que serviría para su capacitación, mientras ellos permanecían inmóviles sentados. La disposición de mesas y sillas en el aula era similar a la que aún hoy podemos encontrarnos.

119 años después, comprobamos que eran muy "optimistas": ni siquiera contamos con ese artilugio.

Y en el debate sobre ese dilema, sobre si los procesos de enseñanza-aprendizaje deben limitarse a la transmisión de información en forma de contenidos y temas por parte del profesor de forma mecanizada, o si deben centrarse en el desempeño competencial del alumno situando a este y sus resultados de aprendizaje en el centro de la actuación, parece estar sumida la comunidad educativa, en particular, y la sociedad, en general.

2. Trabajos Relacionados

npS, no problemas, Soluciones, representa una metodología que busca conseguir personas ECI (Emocional y Competencialmente Inteligentes), como medio para mejorar el desempeño competencial y disminuir el gap de talento que anteriormente indicábamos.

Para ello, en contextos educativos, otorga un método desde el que llevar a la práctica acciones formativas centradas en el alumno y en su desempeño competencial, desde la formulación de resultados de aprendizaje (y con ello de competencias).

Junto a ello, permite también materializar dicha programación en el aula a través de la realización de un proyecto, lo que resulta muy motivante para el alumnado, al visualizar este que dicho proyecto representa una situación parecida a la que posteriormente podría tener que desempeñar en su práctica profesional.

En asignaturas, cursos, másteres,… en los que hemos participado, se venía observando cada vez más, y en sintonía con lo que se indicaba en el barómetro de empleabilidad por parte de los egresados, un efecto "quemado", "oxidado" (*rust out* como fue bautizado en EEUU), tanto en el alumnado como en el profesorado participante.

Para luchar contra este virus que cada vez parecía infectar más el ánimo y buen hacer de nuestro entorno, y desde la unión de aquello que considerábamos positivo de diferentes técnicas, metodologías, disciplinas,… nació *no problemas, Soluciones* (*npS*).

Desde entonces, hemos aplicado npS en la programación y ejecución de numerosas actividades formativas: asignaturas de diferentes Grados de Ingeniería; máster título propio en Gestión y Dirección de Proyectos; cursos diversos de especialización, perfeccionamiento y formación a Empresas; e incluso a un máster completo oficial actualmente en fase de trámite de aprobación por la UEx y Aneca.

3. Metodología

npS, en sus comienzos, se diseñó nutriéndose de fundamentos de project management, de flipped classroom, de procesos ABP/PBL, de resolución de conflictos, de

ISBN: 978-84-09-02970-9

coaching/mentoring, de modelos Win-to-Win Harvard, o del design thinking, entre otros muchos, lo que le otorgaba un adecuado fundamento argumental con orientación a soluciones, a resultados, perfectamente implementable en contextos educativos donde hubiese una "*situación a resolver*".

Además, al estar dividida en una parte de actuación "emocional" y otra "técnica", ayuda a conseguir más fácilmente el desarrollo ECI buscado para las personas, como herramienta para mejorar su empleabilidad.

La parte emocional tiene lugar tras el conocimiento y entrenamiento en un decálogo (*decálogo npS*) de propuestas que permiten, entre otros logros, preparar al alumno emocionalmente para abordar el plan de trabajo por proyectos a afrontar posteriormente. Este proceso de *asimilación* dentro de *npS*, permite al alumno empatizar con la "situación a resolver" y ayudarle a tomar la necesaria perspectiva orientada a soluciones y no al problema.

Esa parte emocional contempla no definir los problemas como tales para evitar la connotación negativa y limitante habitualmente asociada al término "problema", sino que prefiere abordarlos como "situaciones a resolver", en sintonía con la idea de *situación* de Jonnaert.

Figura 1. Planteamiento orientado a soluciones en *npS*

El plan *npS*, o forma de llevar a cabo el proyecto en el aula, se sirve del resto de elementos del hexágono *npS* que se muestra en la figura 2 (*npS* cuenta además con un amplio soporte de recursos adicionales que facilitan su implementación en el aula, estando disponibles todos estos recursos desde septiembre 2019 en la web de npS: fichas competenciales, COM, de técnicas de mejora competencial, TDC, y de evaluación competencial, HEC).

npS, a partir del planteamiento de "situación" de Jonnaert, cree fundamental situar al alumno frente a una situación que reproduzca un posible escenario futuro donde tendrá que poner en práctica su desempeño competencial esperado, resultante del proceso de aprendizaje que ha de superar con éxito. Por ello, toda la actividad formativa (asignatura, curso, grado, máster,…) es programada desde la concepción de un proyecto integral, holístico, que persiga que el alumno alcance un conjunto de resultados de aprendizaje (en adelante RA) previamente seleccionados, relacionados con seis ámbitos del "saber", y que el aprendizaje tenga lugar al mismo tiempo que se desarrolla el proyecto. Los conceptos y contenidos

ISBN: 978-84-09-02970-9

estimados necesarios para el alumno no son presentados con carácter previo al proyecto, sino que van presentándose simultáneamente, cuando son requeridos por este.

Figura 2. Enfoque y hexágono *npS*

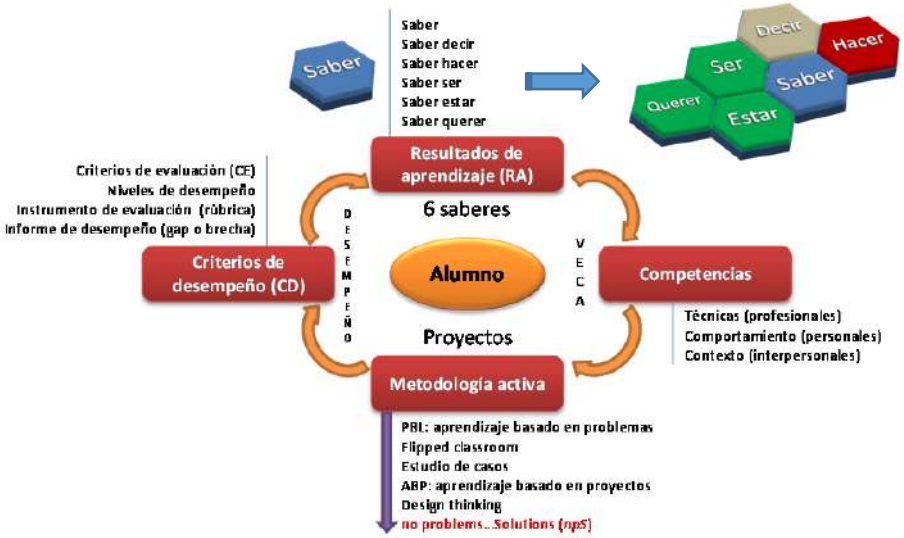


Figura 3. Ciclo *npS* en el aula

Las fases para implementar *npS* en el aula son las que se muestran en la figura 4.

4. Resultados

El proceso anterior ha sido aplicado, por ejemplo, a la programación de un futuro máster oficial en dirección y gestión de proyectos.

Se comenzó por definir y seleccionar los *resultados de aprendizaje* (RA) que se creían necesarios para un correcto desempeño competencial de los potenciales alumnos en el contexto actual mundial, seleccionando un total de 261 RA, separándolos en los 6 ámbitos de saber según el predominio de cada uno de ellos.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Figura 4. Fases en *npS*

Se siguió para su formulación lo indicado en la *"Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje"* de ANECA, definiendo para cada uno de ellos los 4 ítems que muestra la figura 5.

Figura 5. Formulación de RA y división en ámbitos de saber

Tras definir objetivos y finalidades, se asociaron los diferentes RA en las competencias cuyo desempeño permiten mejorar, dando lugar a un total de 13 competencias específicas, 10 transversales y 6 generales. Las 13 específicas y la primera general, constituyen las competencias prácticas que la ICB4.0 de IPMA señala en la actualidad para este tipo de profesionales. Las 10 transversales se relacionaron con las competencias personales que señala la ICB, y el resto de las generales se equipararon a las de perspectiva que esta organización señala para los directores y gestores de proyectos.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Competencia					Definición RA			
Orden	Ámbito competencia	Tipo competencia	Número competencia	Tipo	Competencia	RA completo	Ámbito saber npS propuesto	Contenidos
1	Práctica	CE	01	CE01	Diseño de proyecto	*El alumno deberá ser capaz de... definir de forma clara y precisa conceptos esenciales sobre componentes, programa y portafolio... características de la dirección y gestión de cualquier tipo de proyectos para eliminar*	Saber	Fundamentos básicos de la gestión y dirección de proyectos
2	Práctica	CE	01	CE01	Diseño de proyecto	*El alumno deberá ser capaz de... describir diferentes estándares mundiales aplicados en la gestión y dirección de proyectos para reconocer cuáles se aplican en distintas partes del mundo*	Saber decir	Estándares en la gestión y dirección de proyectos
3	Práctica	CE	01	CE01	Diseño de proyecto	*El alumno deberá ser capaz de... identificar los procesos y las áreas de conocimiento mediante los que se lleva a cabo la dirección de proyectos en cada uno de los estándares mundiales para distinguir diferencias y*	Saber decir	Norma ISO 21500. Áreas y procesos
4	Práctica	CE	01	CE01	Diseño de proyecto	*El alumno deberá ser capaz de... organizar los procesos necesarios para dirigir y gestionar un proyecto dentro de los grupos de procesos o áreas de conocimiento de un estándar determinado para facilitar la labor de*	Saber decir/Saber Hacer	Áreas y procesos en distintos estándares
5	Práctica	CE	01	CE01	Diseño de proyecto	*El alumno deberá ser capaz de... determinar la misión y visión de un determinado proyecto a partir de la información recibida por el cliente para entregarla de forma efectiva al equipo de proyecto*	Saber decir/Saber Hacer	Misión y visión en los proyectos
6	Práctica	CE	01	CE01	Diseño de proyecto	*El alumno deberá ser capaz de... planificar la DP del proyecto de forma consensuada con el equipo de proyecto para elaborar el plan de gestión*	Saber decir/Saber Hacer	Plan de gestión
7	Práctica	CE	01	CE01	Diseño de proyecto	*El alumno deberá ser capaz de... evaluar los éxitos y fracasos de la DP obtenida la información generada en el proyecto para aplicar las lecciones aprendidas a futuros proyectos*	Saber Hacer	Éxito y fracaso de la DP
8	Práctica	CE	01	CE01	Diseño de proyecto	*El alumno deberá ser capaz de... ejecutar los planes y el control de la DP y los cambios desde la información generada en el proyecto para optimizar cada rendimiento de la nueva DP*	Saber hacer	Plan de Dirección de Proyectos. Control de la DP
9	Práctica	CE	01	CE01	Diseño de proyecto	*El alumno deberá ser capaz de... cuestionar con los miembros del DP acerca de su saber y alineación con la estrategia de la organización desde la información generada en el proyecto para proponer una resolución al problema/oportunidad que motivó el proyecto en el seno de cada miembro del DP*	Saber ser/Saber estar/Saber querer	Técnicas de trabajo en equipo. Identificación de roles. Estrategia de equipo
10	Práctica	CE	02	CE02	Requisitos, objetivos y beneficios	*El alumno deberá ser capaz de... definir conceptos básicos como requisito, objetivo, estrategia, visión y misión en el contexto del proyecto y bajo diferentes estándares (PMBOK, MCB ...) como punto de partida para la*	Saber	Fundamentos básicos de la gestión y dirección de proyectos. Gestión de requisitos. Modelo de

Figura 6. Formulación de RA, división en ámbitos de saber y asignación de competencias en Máster GIP

La metodología base seleccionada fue *npS*, seleccionando como "situación a resolver" la dirección y gestión de un proyecto específico como podría ser el de la "*construcción de un edificio de consumo casi nulo*" para un potencial cliente privado.

Para el trabajo de aula se proponen diversas herramientas *npS* que servirán para ir avanzando en el logro de un adecuado desempeño competencial y obtención de los RA previstos, tales como la matriz KWL, la matriz EDT 5W2H o la matriz de riesgos, entre otras.

Figura 7. Herramientas *npS* para el aula

Finalmente, se definieron los criterios de evaluación (CE) y de desempeño (CD) evaluables a través de 3 rúbricas, con evaluación 360º y modalidades previstas de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, esta última mediante agentes externos al proceso.

5. Conclusiones

A veces nos viene a la mente la imagen de un dinosaurio paralizado al tener la visión de un meteorito que a gran velocidad viene hacia la tierra, probablemente presa del pánico que le agarrotaría ante lo que sería su más que posible cercana extinción. Probablemente se comprendería mejor que el dinosaurio intentase solucionar esta "situación a resolver", en un intento tal vez desesperado de salvarse, corriendo en sentido contrario al que viniese definiendo el meteoro.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Los sistemas educativos actuales parecen estar paralizados ante la demanda que desde la sociedad se lanza a gritos, cada vez más fuertes, esperando tal vez que esto pueda ser una moda pasajera y todo vuelva a ser "como antes". Y tal vez tengan razón y sea una moda pasajera, pero se falla en pensar que todo volverá a ser como antes, pues pasar pasará, pero para ser más complicado y cambiante. Y no se puede reaccionar tan tarde como lo hacen instituciones tan lentas ante el cambio como la universidad, cuando debería ser el motor que precisamente lo impulsase y liderase.

Vemos también cómo ciertas personas y grupos intentan poner en práctica acciones puntuales innovadoras, como el dinosaurio que corre en sentido contrario, intentando, que no es poco, encontrar una solución a esa situación a resolver.

Mientras, el gap de talento, entendido como el desfase entre lo que forman los sistemas educativos y lo que demandan sociedad y empleador, aumenta a ritmo vertiginoso, creando un problema para la universidad pública tal y como evidencian las cifras últimas conocidas donde se indica que se han perdido casi 20000 alumnos por año en los últimos 9 años.

npS se ha mostrado como una metodología eficaz en el aula y en el diseño de acciones formativas diversas, permitiendo disminuir el gap competencial del alumno y permitiéndole adaptarse rápidamente a cambios, posicionando su mente a una orientación a soluciones.

De no actuar rápidamente evolucionando de una filosofía tradicional basada en temas/contenidos y centrada en el profesor, a otra centrada en el alumno y en sus resultados de aprendizaje y desempeño competencial, trabajando por proyectos, tal vez empecemos a ver la aterradora visión de que, en un corto periodo de tiempo, nos resignemos a lo que sería un escenario aún peor que los descritos: correr hacia el meteorito.

Referencias

ANECA. *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje*. Versión 1.0. (2013).

Carmona, D.; Álvarez, A.; Gallardo, C. M.; Hipólito, F. y Horrillo, L. A. (2007). Programando asignaturas por competencias bajo metodología npS. En "*25 experiencias de innovación educativa. Hacia un mundo por competencias*". Edit. EII. Badajoz.

Cerezo Narváez, A. y Bastante Ceca, M. J. (eds.) (2018). *Herramientas y experiencias para la evaluación por competencias en Dirección de Proyectos*. Cádiz: Editorial UCA, Valencia: AEIPRO.

Jonnaert, P.; Barrette, J.; Masciotra, D. y Yaya, M. (2008). La competencia como organizadora de los programas de formación: hacia un desempeño competente. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 12, 3, 1-32. Obtenido el 29/04/2019, http://www.ugr.es/~recfpro/rev123ART3.pdf.

ManpowerGroup. (2018). *Solucionar la escasez de talento. Crear, atraer, compartir y transformar*. ManpowerGroup. Obtenido el 29/04/2019, desde http://www.escasezdetalento.es/.

Michavila, F., Martínez, J.M., Martín González, M., García Peñalvo, F.J. y Cruz Benito, J. (2016, Febrero). *Barómetro de empleabilidad y empleo de los universitarios en España 2015*. Madrid: Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Dialogando con Evelyn de educación y metodologías docentes en los estudios de grado y master.

N. Montanes[a], L. Quiles-Carrillo[a], E. Gil-Chicano[b], L. Sanchez-Nacher[a] y T. Boronat[a]
nesmonmu@upvnet.upv.es; luiquic1@epsa.upv.es; evgichi@epsa.upv.es; lsanchez@mcm.upv.es; tboronat@dimm.upv.es

[a]Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), Universitat Politècnica de València (UPV), Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801-Alcoy, Alicante, España.
[b]Estudiante del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales, Universitat Politècnica de València (UPV), Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801-Alcoy, Alicante, España.

Abstract

For several years now, the authors, along with other professors who are part of the Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), have been applying different active teaching methodologies in their subjects in order to achieve deeper and higher quality learning in the students. Throughout these years, in addition to the institutional surveys carried out by the Universitat Politècnica de València (UPV), this group of professors always tries to gather more information doing our own surveys asking to the students in relation to the methodologies used. However, in this occasion we wanted to know the direct opinion of at least one student, who told us about her experience, she transmitted her vision about the education received in the University and about the different teaching methodologies in which she has been involved throughout this years. Evelyn Gil first studied the Degree in Engineering in Industrial Design and Product Development and is now studying the Master's Degree in Engineering, Processing and Characterization of Materials. There are several subjects in which she has had some GIPA´s teacher as responsible and for that reason we think that she has lived enough experiences to provide opinions with criteria.

Keywords: *Teaching methodologies, deep learning, education, opinion.*

Resumen

Son ya varios los años que los autores, junto con otros profesores que forman parte del Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), llevan aplicando distintas metodologías docentes activas en sus asignaturas con el

ISBN: 978-84-09-02970-9

fin de lograr un aprendizaje más profundo y de mayor calidad en los alumnos. A lo largo de esos años, además de las encuestas institucionales que realiza la Universitat Politècnica de València (UPV), dicho grupo de profesores siempre tratamos de recabar más información efectuando nuestras propias encuestas a los alumnos en relación a las metodologías empleadas. Pero en esta ocasión queríamos conocer la opinión directa de al menos un alumno, que nos hablara de su experiencia, nos transmitiera su visión sobre la educación recibida en la Universidad y sobre las diferentes metodologías docentes en las que se ha visto involucrado a lo largo de estos años. Evelyn Gil estudió primeramente el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos y ahora está cursando el Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales. Son varias las asignaturas en las que ha tenido a algún profesor del GIPA como responsable y por ello pensamos que ha vivido suficientes experiencias como para proporcionar opiniones con criterio.

Palabras clave: *Metodologías docentes, aprendizaje profundo, educación, opinión.*

1. Introducción

En los últimos años, a raíz de los cambios promovidos por la convergencia hacia un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), se está produciendo un cambio importante de enfoque, siendo que se está pasando de un sistema docente basado en la enseñanza, de la cual el profesor es el centro del proceso, a un sistema docente basado en el aprendizaje, del que los estudiantes son ahora el centro del proceso (García-Almiñana & Amante García, 2006).

En este cambio de paradigma los alumnos se convierten en los propios protagonistas de su proceso de aprendizaje y los contenidos quedan relegados a un segundo plano, siendo que lo realmente importa es el enseñar a aprender, el aprendizaje continuo y los métodos que se emplean para ello (Reverte Bernabeu, Gallego, Molina-Carmona, & Satorre Cuerda, 2007). Así pues, nuevas y no tan nuevas metodologías docentes, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL), la Docencia Inversa (DI), o la Gamificación, entre otras, están tomando un importante protagonismo en las aulas de algunos profesores, ya que estas herramientas favorecen ese aprendizaje más profundo y activo centrado en los alumnos.

Los autores, junto con otros profesores que forman parte del Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), llevan años aplicando distintas metodologías docentes activas en sus asignaturas, persiguiendo lograr ese aprendizaje más profundo y de mayor calidad en los alumnos. Con el fin de disponer de información y de la opinión de nuestros alumnos en

ISBN: 978-84-09-02970-9

relación a esas metodologías empleadas, además de las encuestas institucionales que realiza la Universitat Politècnica de València (UPV), el GIPA lleva a cabo sus propias encuestas.

Pero en esta ocasión queríamos conocer la opinión directa de al menos un alumno, que nos hablara de su experiencia, nos transmitiera su visión sobre la educación recibida en la Universidad y sobre las diferentes metodologías docentes en las que se ha visto involucrado a lo largo de estos años. Y es que hablamos mucho de docencia, pero entre nosotros, los profesores. Por contra, la visión sincera y fresca de los alumnos sobre las metodologías docentes activas no suele estar muy presente en los discursos de innovación docente.

Evelyn Gil estudió primeramente el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (GIDIDP) y ahora está cursando el Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales (MUIPCM), ambos dos en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Son varias las asignaturas en las que ha tenido a algún profesor del GIPA como responsable y por ello pensamos que ha vivido suficientes experiencias como para proporcionar opiniones con criterio.

2. Trabajos Relacionados

La idea del presente trabajo nace a raíz de la lectura de un artículo del profesor Miguel Valero García, de la Universitat Politècnica de Catalunya-Barcelona Tech, titulado "Hablando sobre Aprendizaje Basado en Proyectos con Júlia" (Sabaté & García, 2012). De hecho, a la hora de realizar la entrevista a Evelyn para conocer su opinión sobre las diferentes metodologías docentes que los autores aplicamos, o sobre diversos aspectos relacionados con la docencia, se ha seguido una estructura similar a la del artículo citado del profesor M. Valero García.

Pero Evelyn no conocía este artículo y no tuvo conocimiento del mismo hasta pasada la entrevista, lo cual se hizo con el fin de no condicionar sus respuestas. Y por ello creemos importante comentar que curiosamente algunas de las respuestas de Evelyn coinciden en parte con las de Julia.

Si bien está claro que la opinión de un solo alumno no deja de ser eso, una opinión, y en ningún momento puede ser representativa de lo que piensan el resto de los alumnos que hayan cursado los mismos estudios, por lo que las conclusiones que se puedan extraer se deben tratar con sumo cuidado, nos pareció oportuno comenzar esta posible línea de trabajo con Evelyn, ya que ella es directa y sincera, siendo que acostumbra a decir lo que piensa, y no aquello que la persona que tiene enfrente quiere escuchar. Y es que pensamos que las críticas, si son constructivas, siempre se pueden tratar como base para la mejora continua. Lógicamente, para poder extraer conclusiones sólidas, se debería realizar esta entrevista a una población importante de los estudiantes, lo cual puede ser una posible línea futura de investigación.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Metodología

Aunque son bastantes las asignaturas en las que Evelyn Gil ha tenido como profesor a alguno de los miembros del GIPA, la entrevista que se presenta en el siguiente apartado se enmarca en el contexto concreto de las siguientes asignaturas:

- Materiales (M): asignatura de 6 créditos obligatoria del segundo curso, semestre A, del GIDIDP, de 81 alumnos de media. Metodología docente aplicada de corte tradicional.
- Envase y Embalaje (E y E): asignatura de 4,5 créditos obligatoria del tercer curso, semestre B, del GIDIDP, de 65 alumnos de media. Se aplica Docencia Inversa y Gamificación. Se realiza un trabajo-proyecto final de elaboración de un envase.
- Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados (ETCMA): asignatura de 6 créditos obligatoria del primer curso, semestre A, del MUIPCM, de 17 alumnos de media. La herramienta metodológica docente utilizada es el Aprendizaje Basado en Proyectos.

4. Resultados

A continuación, se presentan las preguntas que han servido de guía durante la conversación mantenida con Evelyn, así como un resumen aproximado de las respuestas proporcionadas por ella. El entrevistador, por así decirlo, fue el profesor Néstor Montañés (NM), y Evelyn Gil (EG) (*respuestas en cursiva*), la alumna entrevistada. Las respuestas y opiniones de Evelyn son personales, no se pueden considerar representativas del resto de los alumnos, ni en ningún momento se ha pretendido esto. La conversación se muestra dividida en diversas secciones agrupando los distintos temas tratados.

4.1 Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL):

NM. Entre las virtudes del PBL están el lograr un aprendizaje más profundo y conseguir que los alumnos estén más motivados. ¿Opinas que lo que has aprendido en ETCMA lo has aprendido mejor o se te va a olvidar menos? Piensa de manera comparativa en otras asignaturas si es necesario.

EG. *Es que creo que lo que se hace en esta asignatura es lo que debería de ser en el resto. La parte de la teoría no se ha dado en clase; la habéis preparado de tal manera que los alumnos la pueden trabajar en casa y luego realizan un examen mediante Kahoot. De hecho es la única asignatura que me gusta del máster a día de hoy. En el resto de las asignaturas hemos dado mucha teoría, pero no hemos realizado prácticas en las que toquemos maquinas y/o equipos, que al final cuando salgamos al mundo laboral es lo que realmente nos va a servir.*

NM. Esa era otra de las preguntas: ¿piensas que el desarrollar un proyecto como eje central de la asignatura te prepara mejor para el mundo laboral?

ISBN: 978-84-09-02970-9

EG. *Si, más que nada porque a un examen o vas nervioso y te sale mal, o no te sabes nada y te copias; no aprendes; un examen para mi gusto no sirve, ya que cuando salgas a la semana ya se te ha olvidado lo que has aprendido, si es que has aprendido algo. En cambio un proyecto con máximo dos componentes por grupo, o incluso individual, aprendes más, porque además te las tienes que apañar para sacarlo. La teoría debe estar bien preparada por el profesor para poder verla en casa, no en plan telegrama, y las clases para mi gusto deberían ser prácticas y trabajos.*

NM. Y en cuanto a la motivación, ¿una asignatura basada en PBL realmente os motiva más a los alumnos?

EG. *A mi particularmente sí. Cuando has de preparar un examen no te esfuerzas tanto que cuando has de realizar un trabajo-proyecto, por lo tanto aprendes menos con el examen. En el grado a mí una de las asignaturas que más me gustaron fue una parte de una optativa de textil. En esta asignatura, en cuanto a la teoría, solo se explicaba lo necesario para realizar las prácticas, de una manera muy aplicada, y enseguida se comenzaban en parejas a trabajar. Después, en casa, había que redactar una memoria de la práctica. Creo que de esta manera se aprende más, porque cuando necesites refrescar lo que hiciste en esa práctica bastará con leer la memoria y te acordarás. Creo que esto es lo que debería ser.*

NM. En definitiva, que el aprendizaje cala más; en un examen tú te preparas, lo pasas y al día siguiente se te ha olvidado y en cambio de lo que "tocas", de lo que realizas tú, una parte se te olvidará, pero una parte mayor quedará guardada de alguna manera, ¿es eso no?

EG. *Exactamente. Ese "tocar", esas prácticas, es lo te va a servir cuando salgas al mundo laboral, ya que realmente te estas preparando para eso, para salir al mundo laboral, y la teoría en gran medida se te va a olvidar con mayor facilidad.*

NM. En relación a todo esto a algunos profesores les preocupa que al aplicar PBL u otras "nuevas" metodologías docentes no se pueda ver completamente todo el temario, o que se vea a saltos quedando lagunas en algunas partes. ¿Qué piensas respecto a esto?

EG. *Pero si quedan lagunas igual. En una clase tradicional el profesor está hablando pero la gente o está con el ordenador, o con el móvil, o se duerme, o directamente no va a clase. El profesor está dando todo el temario y se siente bien porque está dando todo el temario, pero la gente no te está escuchando, pasa de ti, no aprende ¿no será mejor que les dejes el temario, ellos se lo miren en casa, hagan un examen, y en clase realices prácticas, en las que ellos realmente aprendan, trabajos, con los que realmente aprenden más porque tienen que buscar, tienen que encontrar, no sé, tienen que hacer?*

4.2 Docencia Inversa (DI):

NM. Con la metodología de DI se supone que los alumnos, previamente a la clase, preparáis los contenidos que se van a tratar mediante el uso de material docente suministrado por el profesor (no solo videos por otra parte). De esta manera el tiempo de clase se libera para

ISBN: 978-84-09-02970-9

realizar otro tipo de actividades que refuercen los conocimientos vistos en casa. ¿Qué me dices de tu experiencia respecto a la DI en E y E?

EG. *Lo siento pero no me gustó. Mucha teoría, acabada desconectando. Algunas cosas bien, como el trabajo de elaboración de un envase nuevo o las prácticas. Debería haber más prácticas, más problemas, más trabajos, … El trabajo de elaboración de un envase por ejemplo me gustó, porque al final vas encontrando cosas, yo encontré una empresa que me gustó, que me parece interesante lo que hacen y por ahí empezamos el trabajo.*

NM. Entonces, si en lugar de hacer actividades en clase hubiéramos planteado la realización de un proyecto que hubiera englobado toda la asignatura, tanto la teoría como las prácticas, ¿mejor?

EG. *Si, mejor, y también si se hubieran realizado visitas por ejemplo a plantas de reciclaje. A los alumnos se les van enseñando todas las partes del proceso y como les llama más la atención se les queda más, es visual, no es un "tocho" que te tienes que estudiar. De hecho yo al final para preparar el examen me lo estudiaba en mi casa y en clase desconectaba.*

NM. Y eso que intentábamos en clase no dedicar mucho tiempo a explicar el temario y hacer actividades. En esa asignatura hay mucha teoría y yo lo que intento es que la teoría la veáis en casa y en clase realizar actividades, hacemos problemas, hacemos diseños de envases, hacemos debates, hacemos juegos, … pero claro, para eso, realmente sí que deberíais mirar la teoría en casa, y lo que me pasaba es que muchas veces llegabais a clase y no habíais mirado nada, y de hecho me sigue pasando año tras año; entonces ¿Por qué crees que sucede esto?

EG. *Porque al final tienes que pasar una prueba y entonces te lo miras el día de la prueba. Una solución sería que si vas a hacer, por ejemplo, un problema y necesitas cierta teoría, resumirla y darla en ese momento, previamente a la resolución del problema, pero no soltarles un "tostón" de una hora, sino corto, y luego hacer el problema, porque sino no se quedan con las cosas, si lo que estas explicando es muy largo.*

NM. Yo me estoy inclinando por asignar una calificación a esas actividades, de forma que parte de la nota final de la asignatura se puede alcanzar con las actividades de clase. ¿Crees que puntuar las actividades de clase ayudaría a que los alumnos trajeran la parte teórica trabajada de casa?

EG. *Sí, claro.*

4.3 Competencias transversales (CT) UPV:

NM. Sabes que en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) uno de los cambios es orientar la formación hacia la adquisición de unas determinadas competencias y no solo de saberes. En este marco, la UPV ha definido un proyecto en el cual todos sus estudiantes han de trabajar y serán evaluados de 13 Competencias Transversales a lo largo de los diferentes cursos y estudios que realice. Yo os he hablado de ellas en clase, por

ISBN: 978-84-09-02970-9

ejemplo de trabajo en equipo y liderazgo, o de pensamiento crítico, de que se os iban a evaluar en ellas y de que aparecería la evaluación en vuestro expediente. ¿Las conoces, verdad?

EG. *Bueno, algo.*

NM. ¿Y sientes que de alguna manera después de 4 años de grado y 1 año de máster, efectivamente se te ha formado en esas 13 CT, las has visto, las dominas?

EG. *Creo que lo único que he aprendido en el grado es que hay un trabajo, no sé nada y tengo que apañármelas para sacar ese trabajo como sea y sacarlo en fecha, y es lo que hay. Ha habido casos en los que determinados profesores no nos han enseñado nada de nada en relación a un programa informático, y al final tenías que sacar el trabajo de ese programa como fuera.*

NM. Entonces en general, a nivel de conocimientos y a nivel de competencias, después de tantos años aquí, ¿piensas que tienes carencias?

EG. Muchas.

4.4 Otros temas:

NM. Quiero pensar ahora en global. Yo personalmente sí creo en todas estas "nuevas" metodologías docentes y por eso las aplico en mis clases. Creo que sí que aprendéis más y mejor, al mismo tiempo que os prepara para el mundo laboral y que desarrolla en vosotros ciertas competencias. Además pienso que os divertís más en las clases y que les damos un valor añadido a nuestras asignaturas, sin el cual la universidad presencial no tendría sentido. Pero en un plan de estudios con tantas asignaturas fragmentadas y tantos profesores imagino que habrás "sufrido" desde las clases magistrales, hasta los profesores que vamos de "innovadores". ¿Cómo se vive esto desde el punto de vista del alumno?

EG. *En el grado, todos los profesores, o casi todos los profesores, se llevan mal entre sí. Quieras o no eso al final llega al alumnado. Malo. Una cosa que me han enseñado en el grado es que una empresa tiene varios departamentos: fabricación, marketing, almacén, diseño, … y todas las partes tienen que estar en comunicación entre si. Al final, esto se puede extrapolar a la Universidad; son muchos departamentos y muchos profesores; y no hay buena comunicación. Esto debería arreglarse.*

NM. ¿Y qué piensas del conjunto de profesores que has tenido y sobretodo de su motivación a la hora de dar clases?

EG. *Hay profesores que parecen que estén para castigo de los alumnos, que no tienen ninguna vocación. Otros profesores no son objetivos y además pagan su mal humor con la gente. Si tienes problemas, todo el mundo tenemos problemas, déjatelos en casa. Si no eres apto para enseñar al alumnado, retírate. Aquí hay gente que está porque tiene que trabajar, pero no tiene vocación por la docencia, por enseñar al alumnado.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

NM. Entonces háblame ahora de las encuestas de satisfacción que os pasan. ¿Opinas que son útiles?

EG. *Para mi gusto no sirven para nada. Porque por ejemplo si un profesor tiene a lo largo de 20 años más de 100 "pisados" y sigue aquí, pues la sensación es que no sirven para nada, ni los "pisados", ni los "mistrales", ni las encuestas, ni nada.*

NM. Y desde tu perspectiva, ¿que se debería hacer para mejorar la docencia y lograr una mayor motivación entre el profesorado?

EG. *Una limpieza importante en la Universidad. Yo me pregunto: ¿por qué te dedicas a algo por lo que no tienes vocación? Al final esa insatisfacción la paga el alumnado que no aprende.*

La entrevista tenía más preguntas de las que aquí se exponen y así mismo se han acortado muchas de las respuestas de Evelyn. Además, en ningún momento sus respuestas se pueden considerar representativas de un conjunto de alumnos, pero curiosamente algunas de ellas coinciden en parte con las de Julia (Sabaté & García, 2012), como que con PBL se logra un aprendizaje más profundo, o que mucha de la información memorizada para un examen se olvida con facilidad. En cualquier caso se deberían hacer entrevistas a un conjunto mayor de alumnos para poder extraer conclusiones reales.

5. Conclusiones

La visión sincera y fresca de los alumnos sobre la docencia recibida nos puede ayudar mucho a mejorar en nuestra labor. Las críticas, si son constructivas, nos pueden ayudan a ver en qué fallamos y corregirlo. Está claro que no se pueden obtener conclusiones sólidas de una sola entrevista, pero creemos que estás entrevistas, como complemento a las encuestas, pueden aportar una información más completa que nos ayude a mejorar docentemente.

6. Agradecimientos

Los autores quieren agedecer a la UPV la concesión del Proyecto de Innovacion y Mejora Educativa (PIME) referencia B18/18, dentro del cual se enmarca el presente trabajo.

7. Referencias

García-Almiñana, D., & Amante García, B. (2006). *Algunas experiencias de aplicación del aprendizaje cooperativo y del aprendizaje basado en proyectos.* Paper presented at the I Jornadas de Innovación Educativa.

Reverte Bernabeu, J., Gallego, A.-J., Molina-Carmona, R., & Satorre Cuerda, R. (2007). El aprendizaje basado en proyectos como modelo docente. Experiencia interdisciplinar y herramientas groupware.

Sabaté, J. G., & García, M. V. (2012). Hablando sobre aprendizaje basado en proyectos con Júlia. *REDU. Revista de Docencia Universitaria, 10*(3), 125-151.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La gamificación como estrategia docente

El reto de gamificar la resolución de pórticos planos mediante el método matricial

Álvaro Magdaleno González, Mariano Cacho Pérez, María Estrella Requejo Arranz, Juan Carlos del Caño Sánchez y Antolín Lorenzana
alvaro.magdaleno@uva.es; cacho@eii.uva.es; estrella@eii.uva.es; jcarlosc@eii.uva.es; ali@eii.uva.es

Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Valladolid. Paseo del Cauce, 59, 47011 Valladolid. España.

Abstract

Problem solving is a major competence of technical degrees. In the field of Structural Theory, these problems tend to be laborious to solve what often discourages students when working on them. This can lead, over time, to a lack of enough number of solved problems and/or a poor quality of the solving attempts, which negatively affects their learning. In this work a proposal in which the problems are posed as a challenge or game is presented. The challenge contains small approachable sections together with some clues, which help to guide the complete resolution of each exercise. With this approach, it is expected to motivate the student to fully solve each challenge, presented more as a game than as a conventional problem, and in which the chances of reaching the end are considerably increased thanks to the clues, the reward and the scoring system. Having enough number of this type of guided solved problems will also allow to know quantitatively the evolution of the student not only by their final score but also by the amount and type of clues that they needed.

Keywords: *Gamification; problem solving; guided learning; theory of stuctures.*

Resumen

Un competencia importante de las enseñanzas técnicas es la habilidad para resolver problemas. En el ámbito de la teoría de estructuras estos problemas acostumbran a ser laboriosos de resolver lo que a menudo predispone negativamente a los alumnos a la hora de trabajar en ellos. Esto propicia, con el tiempo, carencias tanto en cantidad de casos resueltos como en la calidad de las resoluciones, afectando negativamente en su aprendizaje. En este trabajo

ISBN: 978-84-09-02970-9

se presenta una propuesta en la que los problemas se plantean como un juego con pistas, en el que se guía la resolución completa de cada ejercicio a través de pequeños apartados más abordables en los que está permitida la consulta de pistas a cambio de una pequeña fracción de la puntuación del apartado. Así, se espera motivar al alumno a resolver completamente cada problema, planteado más como un juego que como un problema convencional, y en el que las posibilidades de alcanzar el final crecen considerablemente gracias al sistema de pistas. La repetición de un conjunto de problemas de estas características permitirá, además, conocer cuantitativamente la evolución del alumno no solo por la puntuación final obtenida sino por la cantidad y tipo de pistas que ha necesitado.

Palabras clave: *Gamificación; resolución de problemas; aprendizaje guiado; teoría de estructuras.*

1. Introducción

Como es bien sabido, en las enseñanzas técnicas (ingenierías, arquitectura, etc.) existe una competencia fundamental que es el desempeño del alumno a la hora de aplicar sus conocimientos para resolver problemas o casos prácticos (Fernández, 2018). Así, en muchas asignaturas se prima esta habilidad de forma que gran parte de las sesiones del aula están dedicadas a ella y muchas de las pruebas escritas a las que se enfrentan estos alumnos consisten parcial o totalmente en el abordaje de este tipo de ejercicios.

Dentro de la gama de enseñanzas técnicas existen algunas asignaturas o materias que, por su naturaleza, propician el planteamiento de problemas de una envergadura superior a la media, tanto a nivel conceptual como operativo. Estos problemas pueden ser largos de plantear y de resolver y, en ocasiones, sus apartados son interdependientes, dificultando al alumno alcanzar el final satisfactoriamente al aumentar las posibilidades de arrastrar errores de unos apartados a otros.

Ese es el caso de la asignatura Teoría de Estructuras que imparten los autores de este trabajo, asignatura en la que se desarrolla en profundidad un método matricial para la resolución de pórticos planos. Por su naturaleza, estos problemas son a menudo largos y requieren de muchas operaciones por parte de los alumnos antes de poder extraer las conclusiones que se les pide. Así, y de forma habitual, estos problemas suelen pasar por las siguientes etapas:

a) Planteamiento simbólico del problema, esquematizando el proceso de resolución.
b) Desarrollo de la resolución, ensamblando las diferentes matrices y vectores y resolviendo el sistema de ecuaciones resultante.
c) Por aplicación del mismo método matricial, obtención y representación de las leyes de esfuerzos en todas las barras del problema.

ISBN: 978-84-09-02970-9

d) Cálculo de tensiones de comparación y flechas máximas para evaluar con criterio la resistencia y la aptitud al servicio de esa estructura plana. Conclusiones.

La operatividad asociada sobre todo a los apartados b) y c), además de alguna complicación conceptual que suele estar asociada al apartado a), conduce a menudo a una resolución deficiente de los problemas por parte de los alumnos. Este hecho, entre otros, provoca a menudo una drástica disminución de su interés y motivación por aprender la asignatura, predisponiéndolos negativamente y afectando a su rendimiento final en la asignatura (Alonso, 1997).

Una posible solución que se puede plantear es la de "trocear" de alguna forma los problemas, separando cada una de las diferentes partes evaluables en ejercicios más pequeños e independientes. Aunque esto pueda solucionar parcialmente el problema, se pierde claramente la visión global del proceso de análisis de una estructura, una de las competencias más importantes de la asignatura. El objetivo debe ser, precisamente, el contrario: despertar en el alumno la capacidad de enfrentarse a problemas relativamente extensos enseñándole a focalizar sus esfuerzos en las diferentes partes que contiene sin verse abrumado por el conjunto. Así, es necesario que desarrolle su capacidad de identificar y prever las dificultades asociadas a la resolución de cada apartado, su atención y la gestión de su tiempo.

Para ello, se propone en este trabajo un enfoque basado en la gamificación (Deterding, 2011), convirtiendo una tarea tediosa en un juego o reto por el que el alumno pueda sentir mayor interés. Al captar su interés de forma natural el aprovechamiento que hará de la herramienta de aprendizaje se verá incrementado (Maia, 2015). En este trabajo se plantea transformar los problemas que suelen contener 4 ó 5 apartados (como los comentados anteriormente) a retos con numerosas "pruebas" o "cuestiones", típicamente más de una decena. Cada una de ellas lleva asociada una determinada puntuación que se suma en caso de resolverse correctamente. Además, llevarán asociadas una serie de pistas cuya consulta penalizará la puntuación máxima que puede obtener el alumno en ese apartado, o bien canjearlas por una pequeña fracción de la puntuación obtenida hasta ese momento. Se proporcionan más detalles de la mecánica en la Sección 2.

Como se muestra en ese misma sección, existe bastante flexibilidad para diseñar este tipo de retos por lo que el docente puede preparar varias versiones del mismo problema con diferentes niveles de dificultad, creando así diferentes etapas en las que progresar. Además, en función de diferentes criterios (tiempo, número de pistas empleado, puntuación obtenida, número de problemas resueltos…) es posible crear un sistema de insignias que motiven más a los alumnos a enfrentarse a ellos.

En la Sección 3 se muestran varios ejemplos de preguntas y, finalmente, en la Sección 4 se plantea un resumen con las principales conclusiones alcanzadas en este trabajo. Cabe destacar que este trabajo se ha desarrollado al amparo de un programa de Proyectos de Innovación Docente que comenzó bien entrado el primer cuatrimestre. Puesto que la asignatura a la que se hace referencia se imparte, precisamente, en el primer cuatrimestre no se dispone

ISBN: 978-84-09-02970-9

aún de resultados de implantación de estos problemas en el aula, resultados que se espera obtener durante el próximo curso académico.

2. Elaboración de los problemas

Los retos están articulados, como se ha mencionado, en diversos apartados breves que van guiando al alumno a través de un procedimiento de resolución completo de lo que, de otra forma, estaría planteado como un problema de gran envergadura. Al ser tareas más breves suponen menos esfuerzo para el alumno, se le ayuda a centrar sus esfuerzos en una dirección concreta y la probabilidad de cometer errores se reduce.

La forma de articular el problema en tantas tareas pasa, evidentemente, por preparar en primer lugar una resolución completa del problema. Puesto que es posible tomar diferentes caminos para llegar a la misma solución, es imprescindible tomar una decisión y adaptar el problema a uno de ellos. Para tomar esta decisión hay que tener en cuenta diferentes factores, como la cantidad de conceptos necesarios para acometer cada uno, la cantidad de operaciones que se requieren, la existencia o no de las denominadas "ideas felices", etc. Por supuesto, se pueden preparar varias versiones del mismo problema siguiendo diferentes recorridos y crear con ellos un sistema de niveles de dificultad en función del itinerario seguido para su resolución, de forma que no se desbloqueen niveles de dificultad más elevados sin haber obtenido ciertas insignias asociadas a niveles más bajos.

La resolución así preparada hay que dividirla en diversas tareas, pero no con la filosofía tradicional. Cada tarea puede suponer averiguar un resultado cualitativo (llegar a cierta conclusión, reformular el problema de alguna forma que simplifique las cuentas, etc.) o calcular uno cuantitativo (resultados parciales, identificación de parámetros, etc.). Aunque puedan parecer triviales, responder a alguna de estas cuestiones implica a menudo haber adquirido un cierto conocimiento o una determinada habilidad muy concreta, por lo que es recomendable aislarlas del resto de la resolución para que el alumno pueda focalizarse en ese punto.

Como resultado de lo anterior se debe disponer de un número razonablemente elevado de cuestiones muy cortas, para las cuales ahora es necesario elaborar el sistema de pistas. El número de pistas se deja al discreción del docente, aunque como orientación se deben poder proporcionar más pistas para apartados complicados y menos para apartados sencillos. En sí mismas, las pistas deben reproducir la resolución que se elaboró anteriormente y pueden apoyarse en resoluciones de apartados anteriores. No deben ser dependientes de pistas de otros apartados, ya que el alumno ha podido no necesitarlas anteriormente y podría faltarle información.

Finalmente se debe decidir el soporte en que se hará llegar el problema con las prisas a los alumnos. En el curso de este trabajo se barajaron diversas opciones, que se comentan a continuación:

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Fichas en pdf. Una ficha inicial puede contener el enunciado y cada ficha subsiguiente cada uno de los apartados con hipervínculos internos a las pistas, que se encuentran más atrás en el mismo documento. Es el formato que requiere menos esfuerzo pero se apoya en la responsabilidad de los alumnos en usar correctamente el material ya que pueden navegar libremente por el documento. Además, el conteo de puntuación lo deben realizar ellos manualmente.
- Presentación ppsx con diapositivas ocultas. Similar al anterior, pero posee cierto grado de protección de forma que el alumno solo puede avanzar a través de los enlaces internos que se le proporcionan. Además, con algo de programación se pueden incorporar cuadros de texto en los que el alumno indique la respuesta y validarla o no de forma que se cuenten los puntos y se habilite el acceso a diapositivas siguientes.
- Cuestionarios de Moodle. Esta es la forma escogida en este trabajo, ya que permite, sin la necesidad de programar, incorporar los diferentes enunciados secuencialmente y asociarles las pistas a cada uno. Sin necesidad de programar, el cuestionario cuenta los puntos ganados por los alumnos y permite realizar un seguimiendo del mismo intento tras intento. Además, puede integrarse con el resto de actividades de Moodle para la evaluación completa de la asignatura.

Además de las diferencias evidentes entre los formatos anteriores, y otros que se puedan imaginar, existen algunos factores importantes que diferencian a la opción de Moodle y que pueden alterar significativamente los resultados de los problemas guiados. Uno de ellos es la forma en que se pueden consultar las pistas. Existen dos formas diferenciadas: a petición del alumno, a cambio de parte de la nota acumulada (compatible con los dos primeros formatos propuestos), o bien como respuesta a un intento fallido (opción por defecto en Moodle) a cambio de parte de la nota que se puede obtener por ese apartado. Esta última opción es, a juicio de los autores, la más interesante, ya que obliga a esforzarse al alumno un poco más, a realizar intentos antes de obtener alguna pista. Solo en caso de no acertar, demostrando efectivamente un bloqueo, se proporciona una pequeña ayuda en forma de pista.

El segundo factor es el tiempo de resolución, que puede limitarse efectivamente en el caso de optar por un cuestionario de Moodle pero que en cualquier otro caso queda bajo la responsabilidad del alumno el controlarse el tiempo de resolución. El tiempo puede jugar un rol fundamental de cara a diseñar ejercicios con mayor dificultad, ya que se requiere que el alumno no solo posea los conocimientos sino que además haya adquirido una cierta soltura con ellos. Puede ser interesante para problemas de "preparación de examen".

Finalmente, Moodle dispone de soporte nativo para la creación de insignias, las cuales se pueden otorgar o no a los alumnos en función de si satisfacen determinadas condiciones asociadas a los retos, como el número de ellos respondidos, el tiempo dedicado a ellos o la puntuación obtenida.

ISBN: 978-84-09-02970-9

El resultado de todo lo anterior es un recurso de aprendizaje en el que se guía al alumno paso a paso a través de una resolución concreta, premiando cualquier avance que realiza y proporcionando ayuda inmediata frente a cualquier error. En la siguiente sección se proporciona un ejemplo de problema sencillo desplegado en entorno Moodle.

3. Ejemplos breves

En este apartado se muestran esquemáticamente algunos ejemplos de lo que podrían ser dos tipos de preguntas, aplicados al ámbito de la Teoría de Estructuras. Aunque el lector no esté familiarizado con la materia, estos ejemplos se muestran de forma que se pueda comprender el espíritu de lo expuesto en la sección anterior.

3.1. Ejemplos de cuestiones conceptuales

Póngase por caso que se plantea la resolución de una estructura plana sometida a un determinado estado de cargas. Siempre existe la forma de abordarlo directamente, planteando un sistema de ecuaciones completo que relacione todos los grados de libertad de todos los nodos de la estructura con sus correspondientes cargas equivalentes a través de la denominada "matriz de rigidez". Sin embargo, en ocasiones se puede (y se debe) apreciar que algunos elementos de la estructura poseen características que los hacen "simplificables". Esto significa que, tras algunas deducciones bien hechas, es posible separarlos del resto del problema reduciendo significativamente su tamaño y simplificando su resolución.

Este tipo de problemas suele comenzar con cuestiones que piden al alumno plantear esquemáticamente la resolución del problema y queda a su juicio la necesidad de simplificar el problema o no, procedimiento que en ocasiones evitan por inseguridad en la forma correcta de aplicarse. En este caso, en cambio, se guía al alumno por el camino de la simplificación inicial del problema a través de una serie de cuestiones diseñadas con intención de hacer reflexionar, que se comentan a continuación.

Al margen de los detalles técnicos implicados en las diferentes simplificaciones, cabe destacar que se suelen realizar en varias etapas, tres o cuatro en función de la habilidad del alumno. Para guiarle por este proceso se le pueden realizar, por ejemplo, las siguientes preguntas, en orden:

> *¿Cuántos tipos de simplificaciones diferentes admite este problema?*
>
> Antes de abordar la resolución conviene que el alumno se aclare con este punto, para poder ir al grano en preguntas sucesivas. Como pistas, se recuerdan los tipos de simplificaciones estudiados en clase y qué condiciones deben reunir los elementos afectados para ser, efectivamente, simplificables.
>
> *¿De qué técnicas de simplificación se trata?*

ISBN: 978-84-09-02970-9

Se proporciona al alumno una lista con posibles métodos de simplificación y ha de escoger tantos como sea necesario. Ya sabe cuántos son gracias a la pregunta anterior, así que esta ocasión puede servir para afianzar el concepto y puede tener pocas o ninguna pista.

Tras la aplicación de X procedimiento de simplificación, ¿cuál es el nuevo planteamiento del problema?

Esta pregunta se puede realizar en varias ocasiones y en ella se ofrecen al estudiante diferentes esquemas resultantes de aplicar la simplificación propuesta. Solo una de las opciones ofrecidas es correcta y las demás contienen, en su mayoría, errores típicos. Las pistas van encaminadas a recordar la teoría sobre los detalles operativos de aplicación de la simplificación.

3.2. Ejemplos de resultados numéricos parciales

Casi todos los problemas típicos de enseñanzas técnicas involucran el cálculo o estimación numérica de algo. En un problema de Teoría de Estructuras, estos cálculos cobran cierta relevancia ya que, además de su interpretación, suele ser objeto de evaluación la metodología empleada para alcanzar el resultado numérico. Y a veces, más allá de corroborar que la metodología es buena o no y el valor numérico del resultado, no se suelen comprobar otros valores numéricos adicionales.

En los problemas planteados en este trabajo se trata, precisamente, de lo contrario. Antes de alcanzar un resultado numérico sobre el que sacar conclusiones es muy interesante ir preguntando al alumno por diferentes valores intermedios. De esta forma, es posible detectar un error casi en el momento en que se comete. Este error puede ser un simple error numérico (por ejemplo, al teclear mal un número en la calculadora) o un error de concepto tras haber aplicado mal cierta formulación o concepto. Al detectar este fallo es posible acudir al sistema de pistas y reconducir la resolución del problema.

En el ámbito concreto de la asignatura que imparten los autores, estos resultados parciales pueden ser los siguientes:

¿Cuál es el valor del elemento (x,y) de la matriz de rigidez?

Por la envergadura de la tarea, durante la corrección de un ejercicio o un examen no es práctico evaluar cada valor numérico de cada matriz de rigidez que ensamblan los alumnos. Sin embargo, una buena implementación de un problema guiado como los propuestos puede permitir evaluar el valor de un ítem concreto de la matriz de rigidez con el fin de detectar errores en el ensamblado. De la misma forma se puede preguntar por elementos de los vectores de fuerzas.

¿Cuál es el valor de X esfuerzo interno en Y punto de la estructura?

ISBN: 978-84-09-02970-9

El cálculo de todos los diagramas de esfuerzos puede ser una tarea pesada que involucra diferentes etapas de cuentas numéricas. Al disponer el docente de una resolución completa, puede anticipar el orden de cálculo de estos esfuerzos o imponer un orden en el enunciado de la pregunta. Así, se puede repetir esta pregunta en varias ocasiones para ir comprobando si se han tomado las diferentes precauciones durante la resolución y, en caso contrario, aportar las pistas oportunas para reconducir la resolución.

4. Conclusiones

Se ha logrado elaborar una herramienta complementaria que permite a los alumnos abordar problemas de gran envergadura de una forma ordenada. La disección del problema en múltiples apartados permite, a la vez, ayudar al alumno a centrar sus esfuerzos en tareas concretas para avanzar por el buen camino a la vez que obtiene puntuación de forma más frecuente, premiando su éxito a corto plazo y aumentando su motivación.

Sobre este planteamiento del problema, se ha articulado un sistema de pistas que evita al alumno arrastrar errores conceptuales y le permite seguir avanzando aunque en ese momento no disponga de los conocimientos necesarios: el momento en que recibe la pista le puede servir para obtener o afianzar el conocimiento al que haga referencia. Existe cierta flexibilidad sobre cuándo proporcionar la pistas, aunque los autores recomiendan que solo se proporcionen tras algún intento fallido de un apartado concreto. Asimismo, es posible jugar con el tiempo disponible para responer el problema, incrementando así su dificultad en sucesivos intentos, si estos se producen.

Adecuadamente implementada en una plataforma como es Moodle, esta herramienta puede servir además al docente para investigar dónde se encuentran las carencias de sus alumnos sin necesidad de recurrir a una prueba de examen. Así, las cuestiones con más intentos fallidos o la cantidad de pistas requeridas pueden ser indicios que guíen al docente en el diseño de, por ejemplo, sesiones de aula de resolución de dudas.

Referencias

Alonso J. (1997). *Motivar para el aprendizaje. Teoría y estrategias*. Ed. Edebé. Barcelona. 168 pp.

Deterding S., Khaled R., Nacke L., Dixon D. (2011). *Gamification: Towards a Definition*. CHI 2011. Vancouver. AMC 978-1-4503-0268-5/11/05

Fernández Y., Blanco C., González M., Anseán D., Álvarez J.C., Viera, J.C. (2018). *Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica*. XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Gijón. 1398 pp.

Maia R.F., Graeml F.R. (2015). *Playing and learning with gamification: An in-class concurrent and distributed programming activity*. Frontiers in Education Conference (FIE), IEEE. Pp. 1-6.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Planteamiento de gamificación para una formación de *cinemática de sistemas mecánicos*

Beatriz Amante [a], Carmen Romero-García[b] Antoni Coromines [a], Jordi Franch [a], Daniel Gragera [a], Marc Vila [a] y Llorenç Marín [a]
beatriz.amante@upc.edu, ; mariadelcarmen.romero@unir.net

[a] Universitat Politècnica de Catalunya (ESEIAAT, Colom 11, 08224 Terrassa-España)
[b]Universidad Internacional de la Rioja (UNIR)

Abstract

In this paper, we present a gamification proposal for a dynamic systems kinematics subject. This proposal is based on a role play, with inverted class for the acquisition of knowledge. The proposal has been valued by the students as a positive.

Keywords: *Rol games, challenges, flipperd classroom, kahoot*

Resumen

El modelo Flipped classroom invierte las fases del aprendizaje, desplazando la presentación de contenidos del espacio del aula para dedicar el mayor tiempo de la clase a realizar actividades en las que los alumnos ponen en práctica los contenidos trabajados previamente, mediante actividades que se integran en diferentes metodologías, como la gamificación. Esta estrategia metodológica implica la introducción de elementos de juego en experiencias de aprendizaje para fomentar la motivación de los estudiantes cuando se enfrentan a problemas complejos en los que se ponen en práctica los contenidos en contextos reales, consiguiéndose una profunda interiorización de lo aprendido y una formación de los estudiantes en competencias propias de su futuro profesional. El objetivo de este trabajo ha sido diseñar e implementar una propuesta basada en el el modelo Flipped classroom para la adquisición de conocimientos previos y en un juego de rol para poner en práctica dichos conocimientos. La propuesta ha sido valorada por los alumnos como positiva, aunque les asusta enfrentarse a este reto, por no se lo que hacen de forma habitual y el cambio les da un poco de vértigo.

Palabras clave: *Juegos de Rol, retos, Flipped classroom, kahoot*

1. Introducción

En la sociedad actual del conocimiento debemos formar a los estudiantes para que sean capaces de gestionar la información, plantearse nuevos problemas y nuevas formas de resolverlos, to-

ISBN: 978-84-09-02970-9

mando decisiones sobre el propio trabajo. Se hace necesaria una evolución hacia modelos de enseñanza-aprendizaje centrados en el alumnado en los que el docente adquiere un papel de guía del proceso de aprendizaje del estudiante (Hamdan et al., 2013).

1.1 Modelo Flipped-classroom

Una forma de llevar a cabo este cambio es el modelo *Flipped classroom*, que invierte las fases del aprendizaje que tienen lugar en los modelos tradicionales de enseñanza (Tourón, y Santiago, 2015). La instrucción directa se realice mediante vídeos que prepara el docente y que el alumno estudia en casa, utilizando la mayor parte del tiempo del aula para la realización de actividades, en las que los alumnos ponen en práctica los contenidos estudiados previamente. El docente adquiere el rol de diseñar de escenarios de aprendizaje en los que se incorporan diferentes metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas, por proyectos o el aprendizaje basado en juegos (De Araujo et al., 2017). Para implementar este modelo en el aula, se requiere de herramientas digitales para la presentación de contenidos o para realizar el seguimiento del aprendizaje del estudiante, por ejemplo, mediante la herramienta *kahoot*, se puede realizar una evaluación rápida, en cuestión de minutos, que permite al alumnado reflexionar sobre el proceso de aprendizaje (Carrizosa-Prieto, 2016).

1.2 Gamificación

En los últimos años ha aumentado la tendencia a incorporar escenarios propios del juego en contextos formales no lúdicos para implicar a los usuarios en procesos dirigidos hacia la adquisición de aprendizajes de diferente índole. Este fenómeno, denominado gamificación, ha llegado a las aulas debido a los múltiples beneficios que se le han atribuido en aspectos como motivación, compromiso y aprendizaje (Morillas Barrio, 2016). La gamificación hace referencia a la integración de los elementos propios del diseño de juegos para incentivar ciertos comportamientos o recompensar acciones específicas en diferentes contextos, siendo variados los campos de aplicación, por ejemplo, empresa, salud o educación (Cohen, 2011).

Centrándonos en educación, los estudios realizados hasta el momento evidencian su potencial como estrategia de aprendizaje. La incorporación de elementos del juego en las tareas de aprendizaje fomenta la motivación en los estudiantes a la hora de enfrentarse a la resolución de problemas complejos (Reig y Vilchez, 2013; de Soucas *et al*,, 2014). Los modelos de formación tradicionales, frecuentemente decepcionan a los estudiantes, debido especialmente a la escasa vinculación con la realidad profesional. En las experiencias basadas en la gamificación se presentan los contenidos y procedimientos a aprender en contextos reales, produciéndose una vinculación entre objetivos de la materia y la transferencia al contexto profesional (Cortizo et al, 2011).

Para implementar esta estrategia metodológica en el aula, se diseñan escenarios de aprendizaje que reproducen modelos simplificados de la realidad, en los que se plantean los logros de aprendizaje en forma de diferentes retos, a resolver de forma conjunta. La superación de los retos planteados junto a las recompensas recibidas guían al alumnado para avanzar hacia una metal final o resolución de un problema complejo, por el que se interesan al percibir la enseñanza de forma divertida (del Moral Pérez, 2013; Pineiro-Otero y Costa-Sanchez, 2015).

La gamificación, en el ámbito de la enseñanza, se presenta como una estrategia idónea que permite el aprendizaje por descubrimiento y aumenta la participación del alumnado y la comprensión casi involuntaria de los contenidos en un ambiente creativo y agradable basado en la experiencia y en el juego (Kapp, 2012; Zichermann y Cunningham, 2011). Se potencia en el alumnado la capacidad de pensar y razonar mediante la reflexión sobre sus propias decisiones, siendo el propio juego

ISBN: 978-84-09-02970-9

quien proporciona un *feedback* rápido, coherente y concreto sobre las decisiones tomadas (Pérez-López y Rivera García, 2017). Se consigue, además de una profunda interiorización de lo aprendido, una formación de los estudiantes en competencias propias de su futuro profesional (Lee y Halmer, 2011; Quintero, Jimenez y Area, 2017). Se hace, por tanto, necesario incorporar actividades de aprendizaje basadas en la gamificación, en las que los alumnos pongan en práctica los conocimientos en situaciones relacio-nadas con su aplicación professional.

2. Metodología

Con el objetivo de involucrar y motivar a los alumnos en su proceso de aprendizaje, en este artículo presentamos una experiencia en la que se implementa el modelo *Flipped classroom* y se diseña un juego de rol para la formación de *cinemática de sistemas mecánicos.**Primero presentaremos la estructura de la asignatura por sesiones. Se presentará un vídeo motivador (https://youtu.be/ShVwZfw_Vzs), que se utilizará el primer día de clase, donde se les presentará a los alumnos qué es lo que harán en la asignatura para adquirir los conocimientos marcados por el curriculo. *En segundo lugar se presenta un ejemplo de evaluación de contenidos, realizado mediante *kahoot* y por último nos centraremos en la presentación del juego de rol en detalle. Finalmente, se describe la percepción de los compañeros/alumnos mediante una encuesta.

3. Resultados

La actividad será diseñada para hablar de los diferentes mecanismos así como de su funcionamiento mecánico y cinemática. La cinemática es la rama clásica de la mecánica que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta las causas que producen este movimiento, por lo que sólo tiene en cuenta el estudio de la trayectoria del movimiento dentro del factor tiempo. Los elementos básicos que trataremos para los diferentes retos serán: el espacio, el tiempo y el movimiento (Figura 1). **El espacio** lo definimos como el lugar donde tienen cabida todos los fenómenos físicos y donde todas las leyes físicas (hasta ahora) se cumplen. **El tiempo** absoluto, será el que transcurre igual en todos los lugares y que es independiente de los objetos. Y dentro del movimiento, definiremos el más simple que se puede considerar, la partícula. Resumiendo, en la partícula tendremos en cuenta su lugar (posición), y su rapidez (velocidad y aceleración).

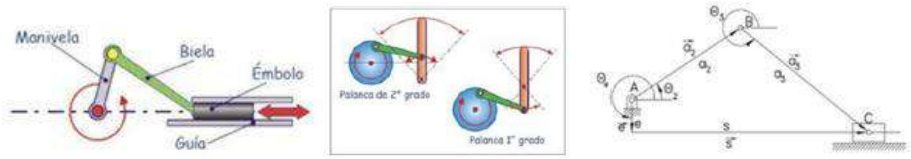


Figura 1. Cinemática sistema biela-manovella

Para ello utilizaremos un sistema de coordenadas para describir las trayectorias que llamaremos; "Sistema de referencia". El factor velocidad que nos marcará el factor tiempo, será el ritmo con que cambia de posición el cuerpo, y la aceleración será el ritmo que tomen. Estas dos magnitudes, aceleración y velocidad son las principales causantes de un movimiento en función del tiempo. En la cinemática de los sistemas y dentro del Movimiento relativo, se puede distinguir claramente entre la velocidad relativa y la aceleración relativa existente entre dos sólidos rígidos.
Dentro de la cinemática del solido rígido, hablaremos de los tres movimientos clave, el de traslación, el helicoidal y el de rotación. Otro de los contenidos a tratar en la asignatura serán los sistemas mecánicos y los diferentes elementos de máquinas que deben conocer los estudiantes y las actividades propuestas como veremos, tratan de que ellos elijan entre las diferentes opciones que

ISBN: 978-84-09-02970-9

existen para conseguir resolver el reto, que será su objetivo principal. En cada caso deberán ver su funcionamiento y decidir si les es necesario para el reto que tienen que resolver. También deberán hacer un pequeño estudio de como funcionan los diferentes elementos de las máquinas y saber su aplicación práctica en el juego. Los elementos que trabajaremos serán: nudos de fuerzas, elementos de tensión, elementos de unión, movimientos de torsión y de flexión,…
Por último, se tratajarán también los diferentes mecanismos ya en mercado, como podemos ver en la Figura 2, que deberán identificar y relacionar según su función y determinar si se pueden usar y son útiles para el reto. Una vez tenemos claros cuales son los elementos que utilizaremos para el desarrollo de los retos, presentaremos en primer lugar la estructura de las sesiones planteadas para esta asignatura. La asignatura consta de 33 horas dividida en 11 sesiones de 3 horas cada una. Como podemos ver en la Tabla 1, la parte más teórica necesaria para el desarrollo del juego en cada sesión se realizará mediante *Flipped Classroom*. Esto quiere decir que los alumnos con las indicaciones previas del profesor y el material guiado proporcionado por el mismo y el que puedan buscar libremente, adquirirán los conocimientos necesarios que les permitirán a los alumnos desarrollar el trabajo propuesto para cada uno de los roles asignado en el juego a cada estudiante durante la sesión presencial. Como veremos para la comprensión de los conocimientos previos, también dispondrán de un foro moderado por el profesor, para compartir información y resolver dudas. Además en los 20 primeros minutos de clase se resolverán dudas.

Figura 2. Ejemplo de cartas de elementos mecánicos que pueden comprar para realizar los diseños que resuelven el reto planteado

Tabla 1. Ejemplo de planificación de una sesión, tanto la parte presencial como semipresencial

Tarea	¿Cuándo?	Metodología	Duración presencial
Revisar información dada por el profesor y buscar documentación adivionsl si necesario	Entre sesiones (apoyo con tutoría online)	Aprendizaje autónomo mediante *Flipped classroom*	-
Foro para resolución de dudas	Entre sesiones (apoyo con tutoría online)	Aprendizaje autónomo mediante *Flipped classroom*	-
Puesta en común	Al principio de cada sesión	Exposición y debate	20’
***kahoot* (ejemplo : https://play.kahoot.it/#/k/249b198b-83f3-4202-bd6f-1822b2165593)**	Después de resolver dudas	Prueba de conocimiento individual. Para conseguir puntos para el reto	10’
Solucionar el reto	En la sesión	Gamificación o resolución de retos	2h

ISBN: 978-84-09-02970-9

Evaluación entre iguals	En la sesión	Aprendizaje mediante la evaluación entre iguales	15’
Explicación siguiente sesión Entrega información	En la sesión	Micro clase magistral	15’

Posteriormente a la resolución de dudas, se utilizará la herramienta *kahoot* para detectar los conocimientos de los alumnos de forma individualizada, además como sale un ranking, se utilizará también para ganar puntos por los equipos, utilizables en el juego de rol planteado. Estos puntos se transforman en Tokens que es la moneda que se utilizará en el juego de rol o retos.

En cada sesión los alumnos se enfrentan an un reto sobre estudios cinemáticos, un total de 11 durante el curso y dispondrán de dos horas para resolverlo. La solución al reto planteado será el diseño del elemento cinemático y cada uno se superará si cumple con los requisitos planteados. Las recompensas al reto serán en función de la originalidad y/o la simplicidad del diseño, entre otros factores. Para dar una solución del reto, cada equipo solo cuenta con los elementos mecánicos que ha conseguido comprando las cartas de los mismos y la compra de estas cartas o elementos mecánicos se hace con los token.
Las cartas de elementos mecánicos (ver Figura 3) , podrán ser adquiridas por los estudiantes durante la etapa de diseño a cambio del número de tokens que indica cada carta. Y solo se podrán utilizar una sola vez.

Figura 3. Ejemplo de cartas de elementos mecánicos que pueden comprar para realizar los diseños que resuelven el reto planteado

Los tokens son las monedas que utilizarán los estudiantes para comprar cartas de elementos que les ayudarán a poder resolver el reto propuesto. El numero de tokens que el alumno acumule, marcará la progresión en el juego según la Tabla 2.

Tabla 2. Tokens que conseguirá mediante los diferentes retos, que marcarán la posición final de cada estudiante al terminar el juego

Tokens	Cargo
<10 tokens	Estudiante
10 tokens	Estudiante en prácticas
10-20 tokens	Ayudante de taller

ISBN: 978-84-09-02970-9

20-30 tokens	Auxiliar técnico
30-40 tokens	Técnico Superior
40-50 tokens	Responsable de taller

¿Cómo se consigue los tokens? En cada sesión se puden conseguir un máximo de 10 tokens y un mínimo de 3, repartidos en los siguientes ítems:

-Asistencia a clase: Los alumnos recibirán 3 tokens en cada sesión por la asistencia.

-Los alumnos que aporten información relevante en el foro o que resuelvan alguna duda a los compañeros cobrarán 1 token.

-Si el alumno tiene una participación activa en la puesta en común de la información en la sesión presencial puede conseguir hasta 1 token.

-Los alumnos que ocupen las tres primeras posiciones en la prueba realizada mediante *kahoot* recibirán 1 tokens y los que queden en las posiciones 4-6 recibirán 0.5 Token. El resto de alumnos recibirán recompensas por simplicidad (1 token), por tener en cuenta el medioambiente (1 token), por facilidad de fabricación (1 token) y por correcto funcionamiento de las cartas en el reto (1 token). Estos token serán acumulados para la siguiente sesión.
Los criterios de recompensa quedan reflejados en la rúbrica de corrección de cada reto.

Evaluación asignatura

Para poder realizar la evaluación se llevará un seguimiento por sesión y un recuento global de los restos (Tablas 3 y 4). Los puntos que se consigan con la resolución de los retos, se utilizarán en la sesión siguiente y se acumulan a los puntos obtenidos pudiéndose canjear por cartas o sistemas.

Además dentro de la puesta en común de los resultados de los retos, también habrá una participación activa de los estudiantes en la evaluación. Se realizará mediante la utilización de una rúbrica (Tabla 5), donde se recogen los puntos de recompensa y el detalle de los mismos en función del reto y de los cuatro puntos indicados anteriormente (Simplicidad, facilidad de fabricación, inclusión de medioambiente y utilización correcta de los sistemas de las cartas).

Tabla 3. Ejemplo de resultado calificación por sesiones de cada alumno.

Calificación de los alumnos por sesión	Asistencia	Aportación información semanal online	Puesta en común	*kahoot*	Nota reto grupal (de la S6)	Puntos acumulados S7
Alumno 1	3	1	0	1	4	9
Alumno 2	3	0	1	0,5	2	6.5
Alumno 3	-	0.5	0	0	3	3.5
….						

Tabla 4. Ejemplo de resultado de calificación por sesiones de cada alumno.

Alumnos	**S1**	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**	**S9**	**S10**	**S11**	**Tokens**	**Cargo**

ISBN: 978-84-09-02970-9

Alumno1	ok	ok	KO**	ok	ok	ok	ok	ok	ok	KO**	ok	23	Auxiliar técnico
Alumno2	ok	ok	ok	ok	KO**	KO**	ok	ok	ok	ok	ok	37	Técnico Suporior
….													

****A cambio de 5 tokens, se puede compensar un reto no superado**

Tabla 5. Ejemplo de posible rúbrica para uno de los retos.

Criterios	Definición	Puntuación
Simplicidad	Para el desarrollo del reto 4:- Solo se ha utilizado una rosca de potencia. -Se han necesitado dos roscas y una biala. -Se han utilizado más elementos	1 0.5 0
Facilidad de Fabricación	Propuesta según material (Metal,Madera,…) y equipo utilizado. No serán necesarios mecanizados importantes Se utilizarán los tornos para su realización	1 0.3
Inclusión de medioambiente	Se han tenido en cuenta que los elementos utilizados y el material de construcción de los mismos sean reciclados un entre el 51% y el 100%;Solo entre un 25% y un 50%;Del 0 al 25%	1 0.5 0.25
Utilización correcta de los sistemas de las cartas	-	1

Evaluación de la propuesta

Una vez que hemos visto la descripción y planificación de la asignatura, se presentó frente a los estudiantes/ profesor para ver la aceptación de la misma. Además se pidió que se evaluara la trasmisión emocional del vídeo motivador y de los profesores realizando la propuesta.

La ficha de evaluación utilizada fue muy sencilla y la podemos ver en la Figura 4

Figura 4. Ficha utilizada para la evaluación

Los resultados ponen de manifiesto que los estudiantes/profesores que evaluaron la presentación de la asignatura, por un lado valoran el vídeo como muy motivador, dinámico y ven claro el contenido del mismo. Por tanto, se considera que es determinante para una asignatura como *cinemática de sistemas mecánicos* realizar un vídeo donde se les muestre que harán, así como las posibles

ISBN: 978-84-09-02970-9

salidas profesionales que tendrán. Además, el vídeo puede ayudarlos a motivarse y participar activamente en la asignatura. Por otro lado, el juego fue una gran propuesta, aunque de la evaluación se deriva que existen aspectos que se pueden mejorar.

4. Conclusiones

Como podemos ver, se les ha hecho una propuesta totalmente innovadora a los estudiantes de *cinemática de sistames mecánicos* que en general tiene buena aceptación. Utiliza diferentes herramientas lúdicas y un sistema de puntuación que les da directamente una relación con una salida profesional, en función de su esfuerzo. Además, apostamos por las experiencias gamificadas como canal de transmisión del conocimiento. En esta asignatura además tendrán que realizar una parte de trabajo autónomo importante, que verán recompensado en cada sesión presencial. Además, se les da herramientas de consulta, que les permitirán tener claro el contenido antes de enfrentarse a la resolución del reto propuesto. Como factor a mejorar, a nivel general se piensan que los profesores dominan el tema a nivel técnico. Esto habla muy bien sobre la percepción de los estudiantes hacia el profesorado que les impartirá la asignatura. Están contentos con la propuesta, aunque les asusta el que sea algo diferente a lo realizado con el resto de profesores y a lo largo de sus estudios. Como punto negativo, destacan que algunos de los profesores parecen muy aburridos a priori. Por tanto, tendremos que trabajar esta percepción. Por último nos queda empezar a jugar.

Referencias

Carrizosa-Prieto, E. (2016). Introducción de la gamificación en la docencia. Cuestionarios interactivos con Kahoot. En Delgado-García A.M., y de Heredia-Rúiz, I. *Las TIC y las buenas práctices en la docencia del Derecho*. In Huygens Editorial (Ed), (pp.67-74). Barcelona

Cohen, A.M. (2011). The Gamification of Education. *The Futurist*, 45(5), pp. 16-17.

Cortizo, J. C., Carrero, F., Monsalve, B., Velasco, A., Díaz, L. I., & Pérez, J. (2011). *Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos.* VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria «Retos Y Oportunidades Del Desarrollo de Los Nuevos Títulos En Educación Superior». Universidad Europea de Madrid. Recuperado de:
http://www.josek.net/publicaciones/%0AJIU2011-Preprint.pdf%0A

De Araujo, Z., Otten, S., & Birisci, S. (2017). Conceptualizing "Homework" in Flipped Mathematics Classes. *Educational Technology & Society*, 20 (1), 248–260. Recuperado de goo.gl/CaQaj4

Hamdan, N., McKnight, P., McKnight, K., & Arfstrom, K. M. (2013). The flipped learning model: A white paper based on the literature review titled a review of flipped learning. Recuperado de goo.gl/HFbMTb

Lee, J.J. y Hammer, J. (2011). Gamification in Education: What, How, Why Bother?. *Academy Exchange Quarterly*, 15(2), pp. 1-5.

Moral, M.E. (2013). Advergames edutainment:Fórmulas creativas para aprender jugando. *Congreso Internacional de Videojuegos y Educación*. Cáceres, pp. 14-24.

Morillas Barrios, César. 2016). Gamificación en las aulas mediante las TIC: un cambio de paradigma en la enseñanza presencial frente a la docencia tradicional. Universidad Miguel Hernández de Elche. Recuperada de http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3207/1/TD%20%20Morillas%20Barrio,%20C%C3%A9sar.pdf

Kapp, K.M. (2012). *The Gamification of learning and Instruction.* San Francisco: John Wiley.

Perez-Lopez, I. y Rivera Garcia, E. (2017). Formar docentes, formar personas: análisis de los aprendizajes logrados por estudiantes universitarios desde una experiencia de gamificación. *Signo y Pensamiento*, 36(70), 112-129. http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.syp36-70.fdfp

ISBN: 978-84-09-02970-9

Pineiro-Otero, T. y Costa-Sanchez, C. (2015). ARG (juegos de realidad alternativa). Contribuciones, limitaciones y potencialidades para la docencia universitaria. *Comunicar*, 44(22), 141-148.

Quintero, L., Jiménez, F. y Area, M. (2018). Más allá del libro de texto. La gamificación mediada con TIC como alternativa de innovación en Educación Física. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 34, 343-348.

Reig, D., y Vílchez, L.F. (2013). Los jóvenes en la era de la hiperconectividad: tendencias, claves y miradas. Fundación Telefónica.

Soucas, S., Durelli, V., Macedo H., y Isotani S. (2014). A systemic mapping on gamification applied to education, *En proceedings of the 29 th Annual ACM Symposium on Applied Computing-SAC´ 14*. Nwe York, USA:AMC Press, pp. 216-222.

Tourón, J. y Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de educación*, 368, 196-231. Recuperado de goo.gl/JQ2Mdn

Urquidi, A.C. & , Calabor, M.S. (2014). Aprendizaje a través de juegos de simulación: un estudio de los factores que determinan su eficacia pedagógica. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 47*. Recuperado el dd/mm/aa de http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec47/n47_Urquidi-Calabor.html

Zichermann, G. y Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps.* Cambridge: O'Reilly Media.

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

Mejora de los sistemas de calidad y evaluación de la docencia

Evolución y valoraciones del alumnado en el uso de las TIC en la asignatura Estadística del Grado en Ingeniería Informática

Ángeles Calduch-Losa y Abel Veloso-Padilla
mcalduch@eio.upv.es; abvepa@inf.upv.es

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, València, España

Abstract

When a subject is in the first courses of the university degrees and the students do not have clear the usefulness of the matter for the upper courses, it is necessary to involve to the students, so the classes are centered in the learning and not in the education. This paper presents, on one side, the activities made in the classroom by students of the subject Statistics that is studied in the quarter B of the first course in Computer Engineering Degree of the Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica at the Universitat Politècnica of València; and on the other, the opinions that the students involved have issued. The experience has carried out with students of the school courses 2016-2017 and 2017-2018, which makes a total of 100 students delivered in 67 in the first year and 33 in the second.

Keywords: *Teaching innovation, survey, ICT, teaching-learning*

Resumen

Cuando una asignatura se imparte en los primeros cursos de los grados universitarios y los estudiantes no tienen clara la futura utilidad de la materia, hay que involucrar al alumnado para que las clases se centren en el aprendizaje y no en la enseñanza. En este trabajo se presentan tanto las actividades realizadas en el aula por el alumnado de la asignatura Estadística que se imparte en el cuatrimestre B del primer curso del grado en Ingeniería Informática de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica de la Universitat Politècnica de València, como las opiniones que respecto a ellas han emitido los estudiantes implicados. La experiencia se ha realizado con alumnado de los cursos 2016-2017 y 2017-2018, un total de 100 estudiantes repartidos en 67 en el primer año y 33 en el segundo.

Palabras clave: *Innovación educativa, encuesta, TIC, enseñanza-aprendizaje.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

Estamos en una época de cambios, la tecnología evoluciona y se emplea en la docencia que se imparte actualmente; y en el caso que aquí se presenta, en la docencia universitaria. Cada vez se utiliza menos la clase magistral, y son más conocidos y utilizados por los estudiantes términos como docencia inversa o flip teaching y transmedia. La enseñanza universitaria se está enfocando hacia competencias, y se emplean nuevas herramientas y aplicaciones. En las aulas se utilizan las TIC, se visualizan vídeos y se emplean plataformas como Kahoot!, con el fin de que el alumnado se implique en las materias o asignaturas. En el caso concreto de la asignatura en la que se ha llevado a cabo la experiencia, que es Estadística y que se trata de una materia obligatoria que se imparte en el cuatrimestre B del primer curso del grado en Ingeniería Informática, hay ocasiones en las que los alumnos no acaban de ver su utilidad hasta que no están en cursos más avanzados, por lo que es muy importante que permanezcan involucrados con la materia. En este trabajo se presentan las acciones que se han realizado en el aula, y con las que los estudiantes podían obtener hasta un punto, que es la nota de clase, siendo calificados mediante actos de evaluación y prácticas de laboratorio los nueve puntos restantes. Además, con el fin de obtener la opinión del alumnado implicado, se ha realizado una encuesta y se ha analizado y valorado las opiniones reflejadas en ella para impartir las clases en los cursos posteriores.

1.1 Acciones realizadas en el aula

Las actividades que se presentan se han llevado a cabo en los cursos 2016 - 2017 y 2017 - 2018. En principio estaban dirigidas por la profesora, pero muchas de ellas acabaron siendo colaborativas. El objetivo de las tareas era que los alumnos reforzaran los conceptos teóricos de la asignatura respondiendo a preguntas online, hicieran ejercicios en la pizarra para resolver las dudas que pudieran tener y conocieran aplicaciones reales de la materia.

1.2 Encuesta respondida por los estudiantes

En los dos cursos se pasó la misma encuesta para conocer la opinión de los estudiantes acerca de las acciones realizadas en el aula, y que la asignatura pudiera evolucionar en función de las respuestas. Y así fue cuando, como se verá en la metodología, la actividad menos valorada se cambió de un curso a otro, siendo la nueva acción elegida por el alumnado y acordada con la profesora.

2. Trabajos Relacionados

Los avances y cambios en la educación universitaria se han tratado en numerosos trabajos, entre ellos: Carreño y Vélez (2015), Coll y Monereo i Font (2008), Gros y Suárez (2017), Guerra (2010) y Tedesco (2010). El papel de las redes sociales en la docencia universitaria se estudia en Calduch-Losa, Teruel Serrano, Poza-Lujan, Cabrera, Albors, Rebollo y Díez-Somavilla (2014), Camacho Martí (2010), Froment, García González y Bohórquez

ISBN: 978-84-09-02970-9

Gómez-Millán (2017), Poza Luján, Calduch-Losa, Cabrera, Albors y Teruel (2013) y Túñez López y Sixto García (2012). En cuanto a los blogs, en Dapía y Escudero (2014) se destaca el aprendizaje colaborativo que se puede realizar mediante edublogs en la enseñanza universitaria. El blog de esta asignatura se presentó en Calduch-Losa (2018).

3. Metodología

La asignatura se evalúa sobre 10 puntos, y uno de ellos se consigue con las actividades realizadas en clase. Los estudiantes eligen la manera de obtener ese punto: saliendo a la pizarra a resolver ejercicios, contestando correctamente las preguntas de Kahoot! que plantea la profesora, aportando preguntas de Kahoot! para futuros cuestionarios, realizando los ejercicios planteados en clase y participando en las redes sociales de la asignatura.

Kahoot! es una plataforma online que se encuentra en la web http://kahoot.com/, en la que el profesorado crea baterías de preguntas que los estudiantes contestan con sus ordenadores, tabletas o teléfonos móviles, generando una competición. Una vez que los alumnos han realizado algunas pruebas, se les invita a que envíen a la profesora sus propias preguntas, con lo que se pretende que ahonden en los conocimientos de la asignatura para plantearlas.

La asignatura Estadística es eminentemente práctica, por lo que es prioritario que los estudiantes sepan resolver los ejercicios que se plantean en el aula y los solucionen voluntariamente en la pizarra, de modo que sean ellos quienes se los expliquen a sus compañeros. En otras ocasiones, son todos los alumnos los que resuelven los ejercicios en papel y la profesora los recoge unas veces a unos pocos aleatoriamente y otras veces a todos, con el fin de puntuarlos.

Y por último, es muy importante que el alumnado vea ejemplos reales y de qué manera la estadística puede explicar y representar situaciones cotidianas. Para ello, en el primer curso de este estudio se creó un grupo cerrado de Facebook, donde las profesora compartía noticias de actualidad con alguna componente estadística y los estudiantes las comentaban.

Para conocer la opinión del alumnado respecto a las actividades realizadas, la profesora creó una encuesta en escala de Likert de 1 a 5 en la que hacía afirmaciones y los estudiantes tenían que indicar su grado de acuerdo con cada una de ellas. Con este tipo de encuesta, puede obtenerse por una parte una valoración media de acuerdo en cada una de las afirmaciones, y también se puede ver el porcentaje de estudiantes que están de acuerdo o no con cada una de las aseveraciones.

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Resultados

A continuación se presentan las opiniones de los estudiantes sobre las actividades realizadas en ambos cursos, y la comparativa entre ellas. Los alumnos son diferentes de un curso al siguiente, por lo que las respuestas son independientes. La actividad que menos les gustó el primer año se sustituyó por otra el curso siguiente, estando ambas relacionadas con las TIC. La encuesta se ha realizado en una escala de Likert de 1 a 5, de modo que podemos obtener medias y agrupar en respuestas positivas, negativas y neutras.

En la Tabla 1 puede verse las opiniones de los estudiantes sobre la herramienta Kahoot!. Se observa, durante el segundo curso, que todas las valoraciones han sido iguales o mayores de 4, provocando un incremento en la valoración media (pasando de 4,4 a 4,66).

Tabla 1. Tabla resultados afirmación: "Me ha gustado utilizar Kahoot!"

Curso	Media	Acuerdo	Neutral	Desacuerdo
2016 – 2017	4,4	86,57%	8,96%	4,47%
2017 – 2018	4,66	100%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, al valorar si Kahoot! les ha ayudado a estudiar, la valoración media ha bajado un poco, siendo los resultados mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2. Tabla resultados afirmación: "Kahoot! me ha ayudado a estudiar"

Curso	Media	Acuerdo	Neutral	Desacuerdo
2016 – 2017	3,39	50,75%	31,34%	17,91%
2017 – 2018	3,24	39,40%	48,50%	12,10%

Fuente: Elaboración propia.

En las dos próximas tablas se analiza la misma pregunta pero sobre distintas herramientas, siendo para el curso 2016-2107 la herramienta Facebook y para el 2017-2018 el blog. En concreto, en la Tabla 3, se observa que el cambio del grupo de Facebook al blog ha sido positivo, implicando un aumento de nota media de 2,63 a 3,3 y siendo más de la mitad de las valoraciones en el segundo curso superiores o iguales a 4. Después de ver que el grupo de Facebook era la herramienta que menos les había gustado a los alumnos del primer año, se consultó a los del segundo, que indicaron que eran reacios a utilizarlo, porque no querían mezclar la vida académica con la social. De este modo, se acordó con la profesora la utilización de un blog, http://curiosidadesestadisticas.blogspot.com/.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Tabla 3. Tabla resultados afirmación: "Me ha gustado utilizar el grupo de Facebook/blog"

Curso	Heramienta	Media	Acuerdo	Neutral	Desacuerdo
2016 – 2017	Facebook	2,63	19,40%	32,81%	47,79%
2017 – 2018	Blog	3,3	51,60%	24,20%	24,20%

Fuente: Elaboración propia.

Además, el incremento también se refleja a la hora de relacionar el uso de esa herramienta con la asignatura. En la Tabla 4 se puede comprobar que, en el segundo año, más de la mitad de los encuestados ha dado una puntuación mayor o igual que 4, confirmando que se ha valorado mejor la nueva herramienta que ellos mismos han elegido.

Tabla 4. Tabla resultados afirmación: "El grupo de Facebook/blog me ha ayudado a ver aplicaciones de la asignatura"

Curso	Heramienta	Media	Acuerdo	Neutral	Desacuerdo
2016 – 2017	Facebook	2,87	28,35%	29,85%	41,80%
2017 – 2018	Blog	3,5	54,50%	21,20%	24,30%

Fuente: Elaboración propia.

En referencia a la valoración general, se observa que están satisfechos con la metodología en mayor grado, siendo su valoración en el segundo año de 4,3. En la Tabla 5, además, se comprueba que solo 1 alumno ha dado una valoración menor o igual que 2.

Tabla 5. Tabla resultados afirmación: "Estoy satisfecho con la metodología utilizada en las clases del aula"

Curso	Media	Acuerdo	Neutral	Desacuerdo
2016 – 2017	3,94	71,64%	17,91%	10,45%
2017 – 2018	4,3	81,80%	15,20%	3%

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Tabla 6, también ha habido un incremento pero en menor grado, a la hora de valorar si la metodología ha mejorado su visión sobre la asignatura.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Tabla 6. Tabla resultados afirmación: "Con esta metodología en clase, ha mejorado mi visión sobre la asignatura"

Curso	Media	Acuerdo	Neutral	Desacuerdo
2016 – 2017	3,57	62,69%	26,87%	10,44%
2017 – 2018	3,69	60,60%	27,30%	12,20%

Fuente: Elaboración propia.

Con la herramienta Mentimeter, https://www.mentimeter.com/ se realizó una encuesta de respuesta abierta a los estudiantes del curso 2017 - 2018, cuyos resultados evidencian lo que se ha presentado en las tablas anteriores. Hay que tener en cuenta que al ser de respuesta abierta, entre las contestaciones hay palabras o actividades que no están explicadas en este artículo. Como se puede comprobar en la Figura 1, las actividades preferidas son Kahoot! y el blog.

Figura 1. Respuestas de un grupo de estudiantes a la pregunta "¿Cuál de las actividades realizadas en la asignatura te ha gustado más?"

5. Conclusiones

Una vez analizados los resultados obtenidos, en el presente curso 2018 - 2019 se ha seguido utilizando la misma estructura que en las clases del curso anterior, aunque se ha añadido un elemento más: aprovechando que la asignatura se imparte en el cuatrimestre B, y que en el momento de cursarla se han producido las elecciones y sus encuestas previas, se ha analizado

ISBN: 978-84-09-02970-9

alguna de éstas para ver las herramientas estadísticas empleadas en ella y cómo los conocimientos del alumnado hacen que las puedan entender y replicar. Al no haber finalizado el curso en el momento de realizar este trabajo, no se ha pasado todavía la encuesta hecha en los cursos anteriores, pero esperamos obtener unos resultados similares.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica de la Universitat Politècnica de València.

Referencias

Calduch-Losa, Á. (junio, 2018). Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística. Comunicación presentada en XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa En las Enseñanzas Técnicas, Gijón.

Calduch-Losa, Á., Teruel Serrano, M.D., Poza-Lujan J. L., Cabrera, M., Albors, A., Rebollo, M., Díez-Somavilla, R. (2014). Desarrollo de una guía para el uso de los social media en la mejora de la comunicación profesor-alumno. Aplicación al aprendizaje inverso. *Jornadas de Innovación Educativa y Docencia en Red de la Universitat Politècnica de València (IN-RED 2014)*, pp. 553-564. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València.

Camacho Martí, M. (2010). Las redes sociales para enseñar y aprender. Reflexiones pedagógicas básicas. En L. C. Quintero, Aprendizaje con redes sociales. Tejidos educativos para los nuevos entornos. pp. 91-104. Sevilla: Eduforma.

Carreño, A., Vélez, S. (2015). Web 2.0 en educación superior: formación, actitud, uso, impacto, dificultades y herramientas. Digital Education Review, (28), pp. 45-58.

Coll Salvador, C., Monereo i Font, C. (2008). Educación y aprendizaje en el siglo XXI: nuevas herramientas, nuevos escenarios, nuevas finalidades. En Psicología de la educación virtual (pp. 19-53). Madrid : Morata.

Dapía, M.D., Escudero, R. (2014). Aprendizaje colaborativo mediante uso de edublog en la enseñanza universitaria. Valoración de una experiencia. Enseñanza & Teaching, 32(2), pp. 53-72.

Froment, F., García González, A., Bohórquez Gómez-Millán, M. (2017). The Use of Social Networks as a Communication Tool between Teachers and Students: A Literature Review. TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology, 16(4), pp. 126-144.

Gros, S. B., Suárez, G. C. (2017). Pedagogía red: Una educación para tiempos de internet. Barcelona: Octaedro.

Guerra, S. (2010). Utilización de las TIC por el profesorado universitario como recurso didáctico. Study on the Use of ICTs as Teaching Tools by University Instructors. Revista Científica de Educomunicación, 35(18), pp. 141-148.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Poza Luján, J., Calduch-Losa, Á., Cabrera, M., Albors, A., Teruel, L. (julio, 2013). Análisis del uso de la red social como soporte a la docencia Universitaria. Comunicación presentada en XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa En las Enseñanzas Técnicas, Valencia.

Tedesco, J.C. (2010). La educación en el horizonte 2020. Madrid, España: Fundación Santillana.

Túñez López, M., Sixto García, J. (2012). Las redes sociales como entorno docente: análisis del uso de Facebook en la docencia universitaria. Pixel-Bit: Revista de medios y educación, (41), pp.77-92.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Aplicación del aprendizaje inverso, autoevaluación y coevaluación en Ingeniería Gráfica

Juan Pablo Carrasco-Amador[a], José Luis Canito-Lobo[a] y Alfonso Marcos-Romero[a]
Diego Carmona Fernández[b]
jpcarrasco@unex.es ; jlcanito@unex.es ; acmarcos@unex.es ; dcarmona@unex.es

[a]Departamento de Expresión Gráfica, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, UEx, Avda. de Elvas, s/n, 06006, Badajoz (Badajoz), España

[b]Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Extremadura, UEx, Avda. de Elvas, s/n, 06006, Badajoz (Badajoz), España

Abstract

Today's university-level teaching requires methodologies adapted to our times, capable of providing the student with the prominence that the expository didactics, exclusively, steals from them. The application of the inverse learning model, based on the promotion of study before classes (flipped learning), along with self-evaluation and co-evaluation, favors learning and promotes the role of the student, allowing to exercise in the classroom those skills that are they want to develop. Aware of this need, from the Department of Graphic Expression we have developed this work within the framework of Graphic Engineering. Subject of second year of degrees in industrial branch engineering.

The application of flipped learning, self-evaluation and co-evaluation has been carried out with the support and inclusion in the classroom of ICT (Information and communication technologies) tools (Socrative, Moodle, Additio App) that have acted as facilitators and at the same time as motivating agents.

The development of this work has generated very positive results, significantly influencing the learning of the students.

Keywords: *Self-evaluation, coevaluation, flipped clasroom, flipped learning*

Resumen

La docencia a nivel Universitario de hoy precisa de metodologías adaptadas a nuestros tiempos, capaces de proporcionar al alumno el protagonismo que la didáctica expositiva, en exclusiva, les hurta. La aplicación del modelo de

ISBN: 978-84-09-02970-9

aprendizaje inverso, basado en el fomento del estudio antes de las clases (flipped learning), junto con la autoevaluación y la coevaluación, favorece el aprendizaje y fomentan el protagonismo del alumno, permitiendo ejercitar en el aula aquellas competencias que se quieren desarrollar. Conscientes de esta necesidad, desde el Dpto. de Expresión Gráfica hemos desarrollado este trabajo en el marco de la asignatura de Ingeniería Gráfica, asignatura de segundo curso de los grados en ingeniería de la rama industrial.

La aplicación del aprendizaje inverso, la autoevaluación y la coevaluación se ha llevado a cabo con el apoyo y la inclusión en el aula de herramientas TIC (Socrative, Moodle, Additio App) que han actuado como facilitadores y a la vez como agentes motivadores.

El desarrollo del presente trabajo ha generado resultados muy positivos, influyendo notablemente en el aprendizaje de los alumnos.

Palabras clave:, Autoevaluación, coevaluación, flipped clasroom, flipped learning, Aprendizaje inverso

1. Introducción

La Universidad actual debe adaptarse a sus alumnos de hoy. Pensar que hoy los alumnos son iguales a los de hace veinte o treinta años es un grave error. Por ese motivo, las metodologías docentes deben adaptarse y evolucionar en consonancia con la lógica evolución experimentada por los alumnos. Por suerte, las técnicas docentes también han ido evolucionando, existiendo un amplio abanico de técnicas y de metodologías que poder aplicar. Además, muchas de esas nuevas técnicas docentes favorecen un mejor aprendizaje, siendo muchos los proyectos e investigaciones en materia de innovación docente que lo corroboran. Si bien, hay que saber qué es más conviene aplicar en cada caso, en función de la materia, del nivel educativo, etc.

De entre las metodologías docentes innovadoras existentes, el modelo de "aprendizaje inverso" se caracteriza por liberar buena parte del tiempo de clase, al haber sido transmitida previamente parte de la información a aprender en los días previos a la clase, por medio de presentaciones, videos, tutoriales, etc. accesibles on-line para los alumnos. Permitiendo la realización en el tiempo de clase, en el tiempo en el aula, de actividades encaminadas al desarrollo de aquellas competencias que el profesor quiera que se desarrollen.

Para entender mejor el denominado "aprendizaje inverso", es aconsejable compáralo con el el modelo tradicional. En este sentido, el modelo tradicional se basa en las denominadas clases magistrales, en las que no suele haber prácticamente interacción entre alumno y profesor y en las que el protagonismo del alumno es poco o nulo. Por su parte, en el deno-

ISBN: 978-84-09-02970-9

minado aprendizaje inverso, ***flipped learning***, la interacción entre el alumno y el profesor es mayor, las clases se emplean para resolver dudas, centrando las explicaciones en aquellas partes en las que los alumnos manifiestan las mayores difcultades. Lo anteriormente expuesto, supone una evolución desde un modelo unidereccional de información, el tradicional, centrado en el protagonismo del profesor, a un modelo de comunicación bidireccional (Prieto, 2017), en el que el profesor posibilita el protagonismo de los alumnos involucrándolos activamente en el proceso del aprendizaje.

El aprendizaje inverso, flipped learning, no debe ser confundido con la denominada aula invertida, ***flipped classroom***, tal y como reconocen los creadores del modelo flipped classroom, Aaron Sams y Jonathan Bergmann. El flipped classroom o aula invertida es hacer en casa lo que tradicionalmente se hacía en clase, es decir, transmitir la información a aprender; y hacer en clase lo que tradicionalmente se hacía en casa, es decir, la comprensión y definición de las tareas (Sams, A. 2012).

El flipped learnig representa una metodología más evolucionada, a la cuál llegar tras iniciar la aplicación del flipped classroom. Una alternativa de cambio gradual y progresivo hacia un aprendizaje activo (*active learning*).

A modo de resumen, al flipped learnig se llega por medio de la incorporación del flipped classroom, junto con una completa batería de metodologías que hagan posible sacar la mayor cantidad posible de transmisión de información fuera del espacio del aula, permientiendo dedicar ese tiempo a explicar tareas, a realizar trabajos supervisados, a resolver dudas, a la realización de evaluación formativa (por medio de cuestionarios) y a la realización de proyectos/trabajos tutorizados.

Como la mayoría de las técnicas docentes encaminadas y orientadas a favorecer el aprendizaje por parte de los alumnos, se requiere de un trabajo adicional por parte de los profesores y también de los alumnos.

Por parte de los profesores, es necesario dedicar tiempo para la preparación de unos contenidos accesibles on-line (presentaciones, videos, tutoriales, etc.), de cuestionarios para evaluar lo aprendido mediante el empleo de herramientas TIC (Socrative, Moodle, etc.), así como de tiempo extra para la elaboración de rúbricas de evaluación y la corrección de todos los entregables, tareas, etc.

Por su parte, los alumnos también dedican más tiempo en una asignatura desarrollada mediante aprendizaje inverso. Comenzando por el estudio previo a las clases y continuando con el volumen extra para la realización de los trabajos, de las tareas, de los proyectos. Lo que no supone ningún problema, es más, a nivel Universitario, una asignatura cursada mediante esta metodología, se aproxima más en tiempo efectivo, al tiempo que según la definición de crédito ECTS un alumno debe dedicar a una asignatura.

Existen estudios que demuestran que el déficit entre la carga real y la carga nominal (legal) en el crédito ECTS es menor mediante la aplicación de estas metodologías (Gómez, 2011).

ISBN: 978-84-09-02970-9

El presente trabajo de innovación docente surge fruto de la voluntad de un grupo de profesores de la Escuela de Ingenierías Industriales de la UEx, convencidos de que a nivel Universitario se puede y se debe evolucionar en técnicas y metodologías docentes en pro de un aprendizaje más eficiente, interesados en involucrar de una manera más activa al alumno en su proceso de aprendizaje. Las metodologías y técnicas docentes empleadas han favorecido el desarrollo de algunas competencias específicas y transversales que con el método tradicional son más difíciles de desarrollar. El modelo aplicado se fundamenta en el denominado aprendizaje inverso, flipped learning, si bien, como se detallará más adelante, ha sido particularizado, adaptado y completado mediante el empleo de otras metodologías y técnicas de aprendizaje innovadoras, ya aplicadas en cursos anteriores en la asignatura de Ingeniería Gráfica.

Ingeniería Gráfica, es una asignatura de segundo curso de los grados en ingeniería de la rama industrial, que permite al alumno adquirir competencias en el manejo de software de diseño gráfico 2D y 3D, para lo cual es necesario el desarrollo de capacidades y habilidades, e ineludiblemente unos conocimientos técnicos para dibujar planos de proyectos e instalaciones coherentes y acordes a la normativa.

El objetivo principal de este trabajo ha sido la incorporación del aprendizaje inverso en la asignatura de Ingeniería Gráfica por medio de:

- La incorporación del flipped classroom, para dedicar tiempo de clase a explicar los trabajos/proyectos/planos y resolución de dudas.
- La incorporación sistemática de cuestionarios para la evaluación formativa de los aprendido.
- El empleo de rúbricas de evaluación como método formativo.
- La incorporación puntual de la auto-evaluación y de la co-evaluación como estrategia de aprendizaje.

2. Trabajos Relacionados

En esta última década el empleo del flipped learning como metodología docente activa, inductiva y adaptativa está, poco a poco, llegando a la Universidad. La implementación del aprendizaje inverso suele aportar mejores resultados en materia de notas globales, lo que fomenta su incorporación y aumenta la satisfacción de los estudiantes universitarios (Prieto, 2015) (Villaustre, 2010).

En el ámbito de la Ingeniería, el flipped learnig, representa una metodología muy atractiva, complementaria de otras como el denominado aprendizaje basado en proyectos (ABP), por lo que en aquellos ámbitos no masificados, hacen possible una atención más personalizada y un aprendizaje de mayor calidad.

ISBN: 978-84-09-02970-9

En la asignatura Ingeniería Gráfica, una parte importante de la misma es la denominada: Planos aplicados a la especialidad. Se basa en el trabajo realizado en las clases de grupo grande y en los seminarios, con la elaboración además de varios trabajos entregables, consistentes en la preparación de planos propios de la especialidad presente en un proyecto industrial.

Al tratarse en la asignatura contenidos muy relacionados con el ejercicio de la profesión de ingeniero, una estrategia útil ha sido la de incorporar en las presentaciones, así como en los cuestionarios para la evaluación de los aprendido, la representación gráfica real de esos elementos propios de construcciones, estructuras e instalaciones.

El presente trabajo continúa el camino emprendido en cursos pasados en los que se fueron incorporando técnicas y prácticas docentes innovadoras en la asignatura de Ingeniería Gráfica. Las más destacadas han sido:

- Cuestionarios por medio de la aplicación Socrative adaptados a la asignatura de Ingeniería Gráfica. Lo que constituyó una estrategia de gestión y contextualización para evocar conocimientos tanto previos, como aprendidos.
- Empleo de las rúbricas de evaluación como método formativo garantizando el éxito del proceso de aprendizaje. Al ser conocidas a priori, permitían al alumno conocer los aspectos de evaluación y su importancia.

3. Metodología

La metodología seguida en este trabajo y aplicada en la asignatura de Ingeniería Gráfica, tiene como punto de partida la aplicación de la técnica denominada flipped clasroom (aula invertida). A partir de ahí, al disponer de más tiempo en el aula, se han aplicado técnicas complementarias que han permitido la aplicación de un « flipped learnig particular », adaptado a las características (contenidos y horarios) de la asisgnatura.

El mapa conceptual representado en la figura 1, enumera y representa de manera muy precisa las distintas técnicas y metodologías docentes aplicadas en cada uno de los temas de la asignatura.

La voluntad del profesorado ha sido un elemento fundamental para empezar a hacer flipped learning. Sin motivación, no habría sido posible. Pero la clave del éxito real, radica en la motivación del alumno para hacer bien el estudio previo. En este sentido, los cuestionarios de evaluación de lo aprendido, así como su sistema de puntuación y calificación, en el que se premiaba con punto extra a los mejores, han jugado un papel importante. De forma que según avanzaba la asignatura, fruto del reporte que los alumnos iban recibiendo de cómo iban evolucionando sus calificaciones acumulativas, como si de una competición se tratase, (en base a los totales de respuestas acertadas), su motivación y competitividad iban en aumento.

ISBN: 978-84-09-02970-9

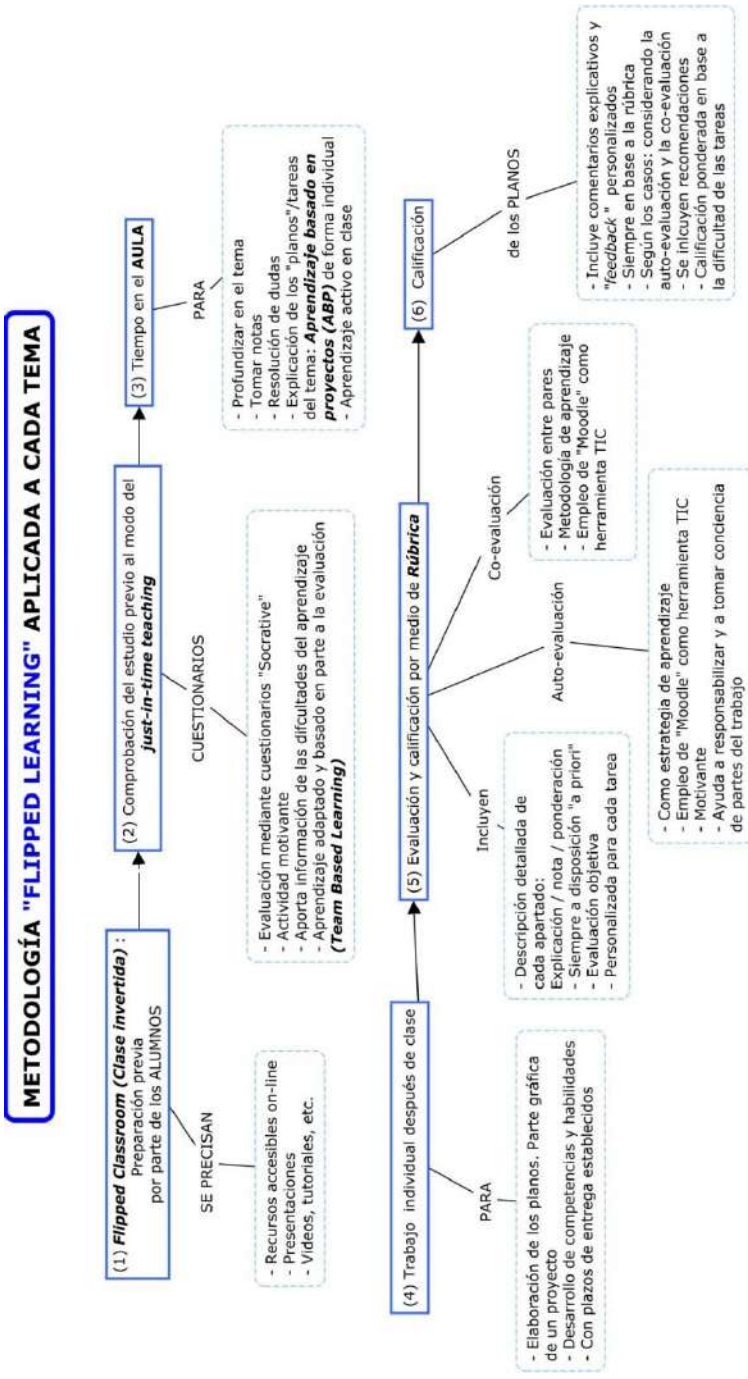


Figura 1. Mapa conceptual de la metodología aplicada

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

Para el desarrollo de la metodología descrita en la figura 1, se han empleado diferentes herramientas TIC:

- Socrative para la elaboración de los cuestionarios.
- Moodle para la elaboración de las rúbricas y retroalimentación tras la evaluación con comentarios personalizados para los alumnos.
- Igualmente, se ha empleado Moodle como herramienta para la realización de la auto-evaluación y la co-evaluación, permitiendo una asignación aleatoria y automática de las tareas (planos técnicos de ingeniería) a tres compañeros en cada caso.
- Así como la incorporación de link a videos, tutoriales y web con información adicional en los contenidos facilitados on-line a los alumnos antes de cada tema.

4. Resultados

Los resultados alcanzados tras la realización de este trabajo han sido muy positivos.

La aplicación del método seguido: flipped learning, más cuestionarios para evaluación de lo estudiado/aprendido antes de las clases, junto con el empleo de rúbricas de evaluación, la auto-evaluación y la co-evaluación, han supuesto un trabajo extra por parte de los profesores y también un trabajo adicional por parte de los alumnos que se ha visto reflejado en las calificaciones y en su motivación.

Desde el punto de vista académico, los resultados de los cuestionarios evaluados justo después del estudio previo por parte de los alumnos, mejora los resultados alcanzados en años anteriores en los que se empleaban los cuestionarios a posteriori. Es decir, cuestionarios pasados al final de cada tema, con el objetivo en esos casos de evaluar el aprendizaje una vez realizada la transmisión de la información.

De igual forma, la explicación durante el tiempo de clase de las tareas, planos de un proyecto técnico, y su posterior realización por parte del alumno favorece la autorregulación del alumno y su desarrollo autónomo.

5. Conclusiones

- Los cuestionarios on-line o por medio de herramientas como Socrative permiten una evaluación formativa de lo estudiado antes de clase. Además de posibilitar un feedback sobre la marcha y la detección de las partes del tema que han resultado más complicadas o en las que se precisa profundizar durante la clase.
- El empleo de rúbricas de evaluación, su retroalimentación, así como la auto-evaluación y la co-evaluación son herramientas y técnicas formativas que garantizan mejores resultados en el proceso de aprendizaje.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Liberar tiempo de clase para realizar actividades adicionales mejora el aprendizaje.
- La metodología seguida da más trabajo a los profesores, pero mejora el aprendizaje de los alumnos.
- La metodología seguida, denominada « flipped learnig particular » y descrita en este trabajo fomenta, favorece el aprendizaje y estimula el estudio continuo por parte de los alumnos.

Referencias

Gómez Esquer, (2011). Cálculo del volumen del trabajo del alumno en las nuevas titulaciones de grado en ciencias de la salud en Evaluación global de los resultados del aprendizaje en las titulaciones dentro del Espacio Europeo de Educación Superior. Madrid Dykinson.

Sams, A. & Bergmann, J (2012). Flip your Classroom: reach every student in every class every day. International society for Technology in Education.

Prieto A. (2015). Metodologías inductivas: Eldesafío de enseñar mediante el cuesitonamiento y los retos. Barcelona: Digital Text Ed. Océano.

Prieto A. (2017). Flipped Learning. Aplicar el modelo de aprendizaje inverso. Ed. Narcea S.A. 202 pp

Villalustre Martínez, L. y Del Moral Pérez, M. E. (2010), "Innovaciones didáctico-metodológicas en el contexto virtual de ruralnet y satisfacción de los estudiantes universitarios", Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, Volumen 8, Número 5.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Influencia del tiempo disponible y usado en un examen online sobre la nota obtenida

Fidel Salas Vicente[a] y Angel Vicente Escuder[a]
fisavi@doctor.upv.es, avicente@mcm.upv.es

[a]Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, 46022, Valencia, España

Abstract

The use of online tools in the educational process of university students is already common. However, many of the current teachers finished their studies when this technology was, at best, budding. This makes it difficult for the teachers to have an adequate knowledge of what the student's behavior regarding the contents and tools available online is, what hinders making the most profitable use of online tools.

Online exams are one of the most useful tools to ease the work of a teacher because it facilitates the correction of the exams and offers the opportunity of giving the student a continuous evaluation of his progress. In this report, we study the effect of extending the available time to complete an online test and what is the relation between the time used to finish the tests and the obtained marks for test exams and for problem-solving exams.

Keywords: *online exams, exam duration, tests, time*

Resumen

El uso de herramientas online en el proceso educativo de los alumnos universitarios es ya algo habitual. No obstante, muchos de los profesores actuales terminaron sus estudios cuando esta tecnología estaba, en el mejor de los casos, en ciernes. Esto hace que los profesores no dispongan de un conocimiento adecuado sobre cuál es el comportamiento de los alumnos ante los contenidos y herramientas disponibles en internet, lo que dificulta hacer de ellas el uso más adecuado posible.

Los exámenes online es una de las herramientas que más puede facilitar el trabajo de un docente ya que facilita la corrección de los mismos y permite dar al estudiante una evaluación continua de su progreso. En este trabajo se

ISBN: 978-84-09-02970-9

estudia cual es el efecto de ampliar el tiempo disponible para hacer un examen online de tipo test y qué relación hay entre las notas obtenidas y el tiempo empleado para terminar los exámenes, ya sean de tipo test o consistan en resolver un problema.

Palabras clave: *exámenes online, duración del examen, tests, tiempo*

1. Introducción

La generalización del acceso a internet mediante banda ancha durante las dos últimas décadas ha hecho que gran parte de las herramientas utilizadas en la formación universitaria de los alumnos pasen a estar disponibles online.

Por ello es importante para los profesores conocer cuál es la forma en la que los alumnos, a los que se les considera "nativos digitales", se relacionan con los contenidos online para que adaptarlos lo mejor posible a su comportamiento.

Esto no es algo sencillo para profesores se graduaron cuando el desarrollo de internet era mucho menor y que no pueden seguir, aunque sea por sus ocupaciones, el avance de la tecnología como sí hacen sus alumnos. No obstante, el análisis de la gran cantidad de datos (*big data* en terminología inglesa) que los sistemas informáticos actuales son capaces de almacenar, junto con la experiencia de los docentes, debería ser suficiente para obtener una buena idea de cómo interactúan los estudiantes con herramientas online y cuál es la mejor forma de prepararlos para que sean efectivas, ayudando a la formación de los alumnos.

En este estudio se ha analizado la importancia de la duración de los exámenes online, que pueden ser en algunos casos una herramienta de evaluación válida (L'Hadi, 2009) sin necesidad de bajar el nivel de exigencia (Hemming, 2010), relacionándola con la nota obtenida. Esto se hace desde dos puntos de vista: el tiempo máximo concedido para terminar el examen y el tiempo empleado por el alumno. También se ha estudiado la diferencia en cuanto a resultados entre los exámenes de tipo test y los exámenes de problemas. Los resultados muestran que un aumento de la duración máxima del examen más allá de lo necesario o demorar la entrega puede ser contraproducente para el alumno.

2. Trabajos Relacionados

Un minuto por cada pregunta de tipo test es la medida empleada habitualmente para obtener un valor de duración mínimo para un examen (Brothen, 2012). Es lógico pensar que alargar la duración de un examen permitirá a los alumnos contestar con más tranquilidad y revisar las respuestas, con lo que su nota será mayor.

ISBN: 978-84-09-02970-9

No obstante, algunos autores han comprobado que alargar el examen no mejora los resultados (Portolese, 2016). Otros (Brothen, 2016) han encontrado, siempre que se respete una duración mínima (Lu, 2007), una mejora de los resultados cuando se limita adecuadamente el tiempo disponible debido a que los alumnos no pueden confiar en completar del todo el examen sin haber estudiado. Por otra parte, si el tiempo disponible no está limitado en exceso, el tiempo realmente empleado en terminar el examen parece que no está relacionado con la nota obtenida (Hsieh, 2018).

3. Metodología

La asignatura de *Materiales* del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València, se divide en 15 unidades temáticas y, excepto para la primera unidad, se hacen dos exámenes online sobre cada unidad, uno sobre teoría y otro sobre problemas.

El examen de teoría consta de 10 preguntas de tipo test que inicialmente debían contestarse en un plazo de 30 minutos, pero que después se amplió a 60 minutos. El examen de problemas consiste en un problema a desarrollar en el plazo de 1 hora, transcurrido el cual se debe enviar la respuesta y un archivo con el desarrollo de los cálculos.

En ambos casos el alumno dispone de 24 horas para empezar el examen, sin que haya ninguna restricción en cuanto al lugar desde donde lo realice, y la posibilidad de hacer dos veces cada examen a lo largo del tiempo disponible. La calificación del conjunto de los exámenes online supone un 30% de la nota final (15% para cada una de las dos partes). Aunque se dispone de dos envíos, las preguntas se toman aleatoriamente de una base de datos, por lo que se espera que mayoría de ellas no se repitan.

La plataforma educativa de la Politécnica de Valencia, PoliformaT, basada en SAKAI, guarda algunos datos sobre los exámenes online (hora de comienzo, IP, duración), por lo que es posible obtener información sobre los hábitos de los alumnos en las tareas online. Aunque estos datos son bastante limitados ya que no se tenido la posibilidad de exportar los datos buscados directamente desde la base de datos, han permitido analizar el curso 2017-2018, en el que se matricularon 138 alumnos.

4. Resultados

Sin vigilancia, una parte de los alumnos habrán hecho los exámenes en grupo (Harmon, 2008), y así lo muestra un rápido análisis de las IPs desde donde se han hecho los exámenes, por lo que las notas obtenidas no se pueden entender como una calificación individual, más

ISBN: 978-84-09-02970-9

si se tiene en cuenta que los alumnos pueden buscar información en la red o en la documentación que tengan a mano. Aun así, los resultados del estudio muestran unas tendencias que pueden considerarse válidas.

La figura 1 muestra la distribución del tiempo empleado para hacer los exámenes de teoría cuando se dispone de 30 o de 60 minutos. El valor representado en el eje horizontal incluye los exámenes entregados en ese momento o en los 5 minutos anteriores.

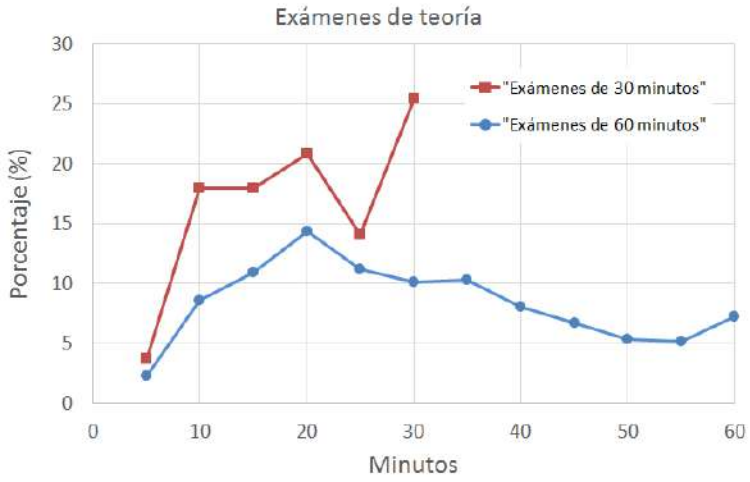


Figura 1: Distribución del tiempo empleado para terminar los exámenes de teoría

Como puede verse, hay una acumulación de exámenes en el punto final de ambas gráficas, lo que quiere decir que una parte de los alumnos espera hasta el último momento para enviar el examen, bien sea porque desconocen la respuesta a algunas preguntas y están intentando encontrarla, bien porque se dedican a revisar las respuestas dadas por si encuentran algún error. Además, el sistema envía automáticamente la prueba al finalizar el tiempo establecido si previamente no lo ha hecho el alumno.

En ambos casos hay un pico de exámenes entregados entre los 15 y los 20 minutos. De hecho, en esos 5 minutos se entrega el 28% del total de exámenes y hasta los 20 minutos se ha entregado el 42% del total. Si se tiene en cuenta que los alumnos, una vez terminado el examen se demoran en la entrega para repasar las respuestas, es factible suponer que la opción de dar como mínimo 1,5 minutos por pregunta de test sea una opción acertada

Evidentemente, el tiempo medio empleado en los exámenes aumenta cuando hay más minutos disponibles, pasando de 17,7 a 28,5 minutos.

Lo que parece sorprendente es que un aumento del tiempo disponible para el examen no lleve a un aumento de las notas. La figura 2 muestra la proporción de alumnos que obtienen una determinada nota en función del tiempo consumido.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Como puede apreciarse, cuando se dobla el tiempo disponible para el examen la curva de distribución de notas pasa de mostrar que el 81% de los alumnos tienen una nota de 8 o superior a que ese porcentaje baje hasta el 44,5%.

Es posible que al ir avanzando el curso los alumnos tengan más tareas que atender, por lo que, al tener más tiempo disponible en el examen, prefieren no dedicar el tiempo libre a prepararse para los tests y confían en poder encontrar las respuestas buscando en los apuntes o directamente en internet durante la duración del examen. Como realmente la probabilidad de suspender estos tests es extremadamente baja, y más si se tiene en cuenta que tienen 2 oportunidades, la mayor parte de los alumnos considera que con eso tiene suficiente y no precisa esforzarse más.

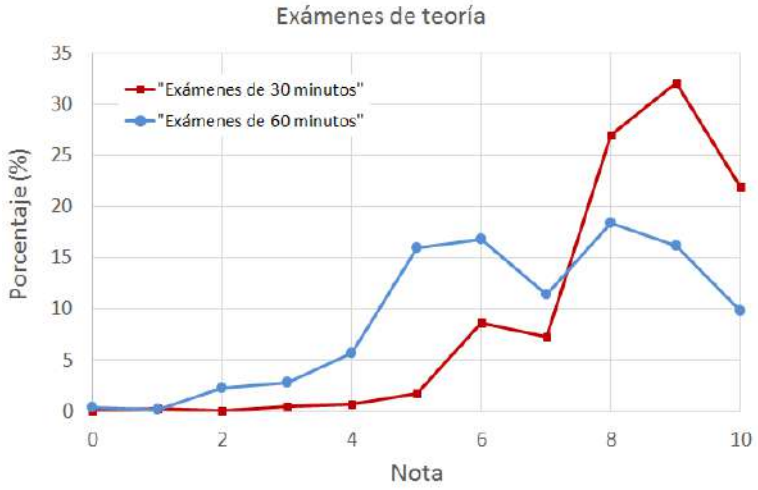


Figura 2: Distribución del porcentaje de cada nota para los exámenes de teoría de 30 y 60 minutos

Otro hecho curioso es que incluso dentro del mismo tipo de examen, cuanto más tarda el alumno en entregarlo, menor es la nota media que se obtiene, tal y como se ve en la figura 3. Aunque el descenso de la nota media con el tiempo empleado para completar el examen no es continuo, sí que parece que la tendencia es clara.

ISBN: 978-84-09-02970-9

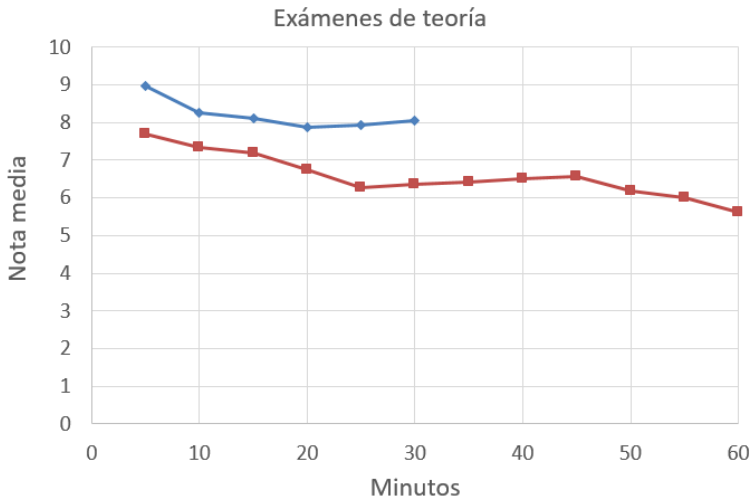


Figura 3: Evolución de la nota media con el tiempo empleado para completar el test correspondiente a los exámenes de teoría

En la figura 3 se aprecian los dos efectos comentados hasta ahora: la disminución de nota debido a la mayor duración del examen, de alrededor de 1 punto, y la disminución relacionada con el tiempo empleado en el examen. Parece lógico que los alumnos que siguen completando el examen en menos de 30 minutos no deberían verse afectados por esta caída en la nota. Aun así, los datos son claros y muestran que no son inmunes al efecto.

Los exámenes cuya duración ha sido inferior a 5 minutos (esta cantidad supone un 9,2% del total) deberían corresponder a alumnos que ojean las preguntas, se ven incapaces de aprobar y abandonan la prueba. No obstante, llama la atención ver cómo, pese a que es muy difícil leer el examen y responderlo en menos de 5 minutos, hay alumnos que lo han hecho y, además, han obtenido una nota elevada, cuando se espera todo lo contrario. Esto supone que, salvo un error del sistema al tomar los tiempos o un hackeo del sistema, se trata de alumnos capaces de responder con gran rapidez y decisión a las preguntas. Es un tema a estudiar con más detalle, pues no es algo que se repita siempre para los mismos alumnos.

Es posible justificar también los cambios de pendiente en las curvas de la figura 3. Si se admite que los alumnos más preparados son capaces de responder rápidamente al test y que lo entregan de inmediato, tardando algo más los que no tienen tanta preparación, se explica la primera parte descendente de las curvas. Después, a partir de los 20 o 25 minutos, aparece una ligera subida de la nota media. Se trataría de alumnos que dedican tiempo a comprobar sus respuestas por distintos medios, ya sea en la web o con otros compañeros si están trabajando en grupo. En los exámenes de 60 minutos, esta mejora se alarga hasta los 45 minutos, a partir de ahí la nota media vuelve a descender. Esos 45 minutos parecen marcar el límite temporal que muchos alumnos son capaces de aguantar revisando las respuestas a un examen que quizá han terminado mucho antes. Pasado ese tiempo prefieren entregarlo. Los que quedan tienen menos claras las respuestas y siguen intentando asegurarse. Por encima de los 45

ISBN: 978-84-09-02970-9

minutos tenemos un 17,7% del total. Naturalmente, un tiempo más limitado (30 minutos) no permite que aparezca esta parte de la curva.

Los datos obtenidos para los exámenes de problemas se muestran en las figuras 4 a 6:

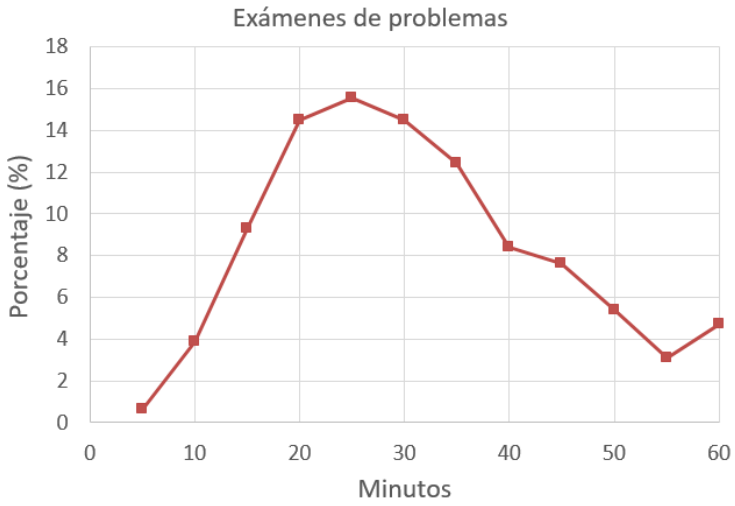


Figura 4: Distribución del tiempo empleado para terminar los exámenes de problemas

La distribución estadística del tiempo necesario para terminar los exámenes de prácticas muestra similitudes con la obtenida para los exámenes de teoría de 60 minutos, aunque el pico está desplazado hacia la derecha, en los 25 minutos, momento en el que se han entregado casi el 44% de los exámenes, una cantidad muy similar también.

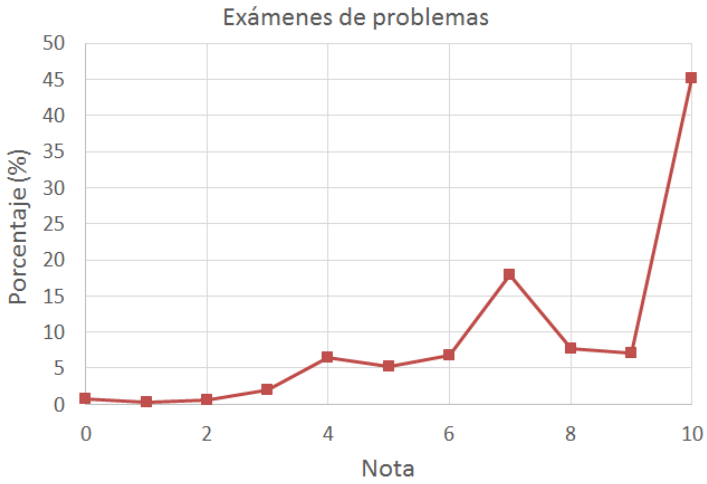


Figura 5: Distribución del porcentaje de cada nota para los exámenes de problemas

ISBN: 978-84-09-02970-9

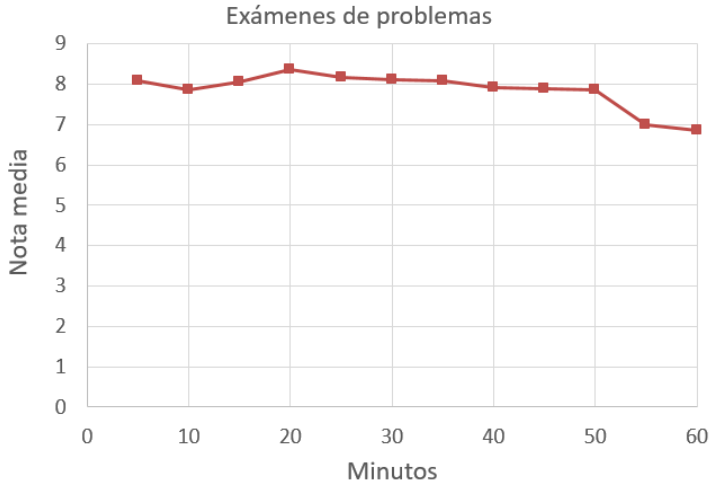


Figura 6: Evolución de la nota media con el tiempo empleado para completar los exámenes de problemas

En cuanto a las notas obtenidas, en este caso son muy altas, con una cantidad de alumnos con un 10 que supera el 45% y poco más del 15% con menos de 5. Además, el descenso de las notas al aumentar el tiempo empleado en terminar el examen es inferior al que se ve en los exámenes de tipo test. Este mayor rendimiento encontrado en estas pruebas puede deberse a que los alumnos pueden disponer de modelos de problemas que pueden consultar durante el examen, incluidos los hechos o propuestos en clase; a que no se trata, pese al tiempo que se les concede, de problemas complejos y a que la base de datos de la que se extraen es bastante más limitada que en el caso de las cuestiones tipo test de teoría.

En cualquier caso, vuelven a existir exámenes entregados en un tiempo tan breve y con una nota tan alta que conviene revisarlos en profundidad.

5. Conclusiones

El estudio de los exámenes online realizados en la asignatura de Materiales en el curso 2017-2018 ha permitido comprobar que doblar el tiempo de un examen de tipo test de 10 preguntas desde los 3 minutos por pregunta, valor ya elevado, a los 6 minutos lleva a un descenso en las notas medias, posiblemente debido a que el alumno cree tener suficiente tiempo para consultar durante el examen fuentes que le ayuden a aprobar sin apenas estudiar. Además, se ha visto que hay una tendencia a que cuanto más tiempo se tarda en entregar el examen más baja es la nota obtenida.

En los exámenes en los que se plantea un problema a resolver en 60 minutos las notas son mucho más elevadas, posiblemente porque se dispone de tiempo más que suficiente para consultar los apuntes y problemas similares resueltos.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La distribución de tiempos empleados en finalizar el examen indica un pico entre los 15 y 20 minutos para los exámenes tipo test y entre los 20 y 25 minutos para el problema, por lo que no se recomienda incrementar mucho más esos tiempos.

Referencias

Brothen, T., & Wambach, C. (2004). The value of time limits on internet quizzes. Teaching of Psychology, 31(1), 62-64.

Brothen, T. (2012). Time limits on tests: Updating the 1-minute rule. Teaching of Psychology, 39(4), 288-292.

Harmon, O. R., & Lambrinos, J. (2008). Are online exams an invitation to cheat?. The Journal of Economic Education, 39(2), 116-125.

Hemming, A. (2010). Online tests and exams: lower standards or improved learning?. The Law Teacher, 44(3), 283-308.

Hsieh, C. (2018). Time needed for undergraduate mechanics exams. ISBS Proceedings Archive, 36(1), 847.

L'hadi Bouzidi y Jaillet, A. (2009). Can online peer assessment be trusted?. Journal of Educational Technology & Society, 12(4), 257-268.

Lu, Y., & Sireci, S. G. (2007). Validity issues in test speededness. Educational Measurement: Issues and Practice, 26(4), 29-37.

Portolese L., Krause J. y Bonner J. (2016) *Timed Online Tests: Do Students Perform Better With More Time*". American Journal of Distance Education, 30 (4). 264-271.

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

Percepción del alumnado sobre el modelo pedagógico Flipped Classroom

Jaime López Soto[a], Isabel Herrero Bengoechea[b], Pello Jimbert Lacha[c], Maider Iturrondobeitia Ellacuria[d], Urtzi Llano Castresana[e]

[a]jaime.lopez@ehu.eus, [b]isabel.herrero@ehu.eus, [c]pello.jimbert@ehu.eus, [d]maider.iturrondobeitia@ehu.eus, [e]urtzi.llano@ehu.eus.

Escuela de Ingeniería de Bilbao. Dpto. Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería.
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU).

Abstract

The teaching team of the subject of Graphic Expression of the Faculty of Engineering in Bilbao decided to implement the Flipped Classroom pedagogical model to try to improve the teaching-learning process.

The implementation of this didactic methodology is a great change for both students and teachers. In order to achieve the greatest possible success, the initial perception of the students and their predisposition to changes was checked through a survey.

Some of the most positive conclusions are high initial interest in the subject, as well as good intentions at the beginning about the constancy in the study and the organization of time.

On the other hand, some aspects that present difficulties for the change of methodology are detected.

Keywords: *Flipped Classroom, Graphic Expression in Engineering, didactic methodology, student perception.*

Resumen

El equipo docente de la asignatura de Expresión Gráfica de la Escuela de Ingeniería de Bilbao decidió implementar el modelo pedagógico Flipped Classroom para intentar mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La implementación de esta metodología didáctica supone un gran cambio tanto para el alumnado como para el profesorado. Para conseguir el mayor

ISBN: 978-84-09-02970-9

éxito posible, se chequeó la percepción inicial del alumnado y su predisposición a los cambios mediante una encuesta.

Algunas de las conclusiones más positivas es alto interés inicial por la asignatura, así como las buenas intenciones al comienzo sobre la constancia en el estudio y la organización del tiempo.

Por otro lado, se detectan algunos aspectos que presentan dificultades para el cambio de metodología.

Palabras clave: *Flipped Classroom, Expresión Gráfica en la Ingeniería, metodología didáctica, percepción del alumnado.*

1. Introducción

El análisis se realizó para la asignatura de Expresión Gráfica de 1º y 3º curso, de los grados industriales de la Escuela de Ingeniería de Bilbao. El equipo docente de la asignatura decidió actuar para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La forma en que se abordó esta actuación fue buscando una restructuración de toda la asignatura al completo. El proceso de esta actuación se realizó utilizando técnicas de creatividad.

En la búsqueda de una metodología didáctica que se adaptara a nuestras necesidades se encontró el modelo pedagógico Flipped Classroom con el que *"El profesor guía y entrena al alumno para «enlazar» información"*. (Santiago et al, 2017).

Como es sabido, Flipped Classroom transfiere ciertos aspectos del aprendizaje al tiempo fuera del aula, al tiempo individual del alumnado, con el fin de utilizar el tiempo de clase para el desarrollo de procesos cognitivos de mayor complejidad que favorecen el aprendizaje significativo. (Anderson et al, 2001).

La implementación de esta metodología didáctica supone un gran cambio tanto para el alumnado como para el profesorado. Para conseguir el mayor éxito posible, se buscó la predisposición a los cambios mediante una encuesta al alumnado con los siguientes objetivos:

- Identificar aspectos que puedan dificultar la implementación del modelo pedagógico Flipped Classroom.
- Identificar aspectos que puedan facilitar la implementación del modelo pedagógico Flipped Classroom.

Los resultados de este análisis se tendrán en cuenta en la implantación del modelo pedagógico Flipped Classroom en ambas asignaturas, comenzando por la de 1º curso.

Se trata de dos asignaturas, la de 1º curso es anual de 9 créditos común para los Grados en: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Ingeniería Mecánica. Tiene carácter bilingüe, se imparte en castellano y en euskera a un total de 570 estudiantes matriculados. El equipo docente está formado por 8 profesores y profesoras.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La asignatura de 3º curso es cuatrimestral de 6 créditos para el Grado en Ingeniería Mecánica. Tiene carácter bilingüe, se imparte en castellano y en euskera a un total de 178 estudiantes matriculados. El equipo docente está formado por 3 profesores.

2. Trabajos Relacionados

Anteriormente se realizaron algunos cambios en la asignatura, como Aprendizaje Basado en Proyectos en equipos multidisciplinares integrando otras asignaturas. (Toledo et al, 2016). Los resultados fueron buenos, pero no se conseguió una continuidad en cursos posteriores.

También se buscaron metodologías educativas y tecnologías actualizadas acordes a los nuevos requerimientos por parte del alumnado y del profesorado. (Beesley et al, 2010). Los resultados fueron dispares y no se consiguió integrarlos completamente en la asignatura.

Se consideraron otros planteamientos, por ejemplo, Quintero et al (2012) indagan sobre la opinión de profesorado y alumnado en el aprendizaje colaborativo a través de las TIC y encuentran que más del 80% de los encuestados considera que el trabajo colaborativo es positivo, fomentando factores como la implicación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje, motivación y mejora del ritmo de aprendizaje y el nivel obtenido.

Alcober et al (2003) aplican encuestas para evaluar los resultados del aprendizaje basado en proyectos. Los encuestados se mostraron en general satisfechos por la formación recibida. Percibieron muy claramente que habían adquirido una buena capacidad para el trabajo en equipo y el trabajo por proyectos, y recomiendaban claramente este tipo de enseñanza.

Finalmente, este equipo docente realizó una tarea previa utilizando métodos creativos para la búsqueda de los métodos docentes idóneos para la asignatura. Este proceso contó con la ventaja del trabajo en equipo de todo el profesorado implicado en la docencia de la materia, algunos de ellos muy experimentados. (López et al, 2017).

La selección del método docente que se adaptara a las necesidades de la asignatura se realizó basándose en criterios de mejora del sistema de aprendizaje y de aplicabilidad en el contexto de la asignatura. (López et al, 2018).

3. Metodología

Para conocer la predisposición a los cambios del alumnado y algunos conocimientos previos se confeccionaron una encuesta y dos test de evaluación diagnóstica, ambos anónimos. Uno de los test destinado al alumnado de la asignatura de Expresión Gráfica de 1º curso y el otro destinado al alumnado de la asignatura de Ampliación de Expresión Gráfica de 3º curso.

La encuesta consta de 21 preguntas y es común para los dos cursos:

ISBN: 978-84-09-02970-9

- 2 preguntas generales sobre la opinión de su nivel previo y el interés por la asignatura.
- 5 preguntas sobre preferencias en la metodología de la asignatura y en el estudio.
- 8 preguntas sobre la opinión de habilidades necesarias para seguir la asignatura.
- 6 preguntas de contextualización.

El test consta de 10 preguntas con cuatro distractores sobre conocimientos de la asignatura y es diferente para cada curso.

La encuesta y los test se pasaron mediante un software de encuestas en línea la primera semana del curso. Se invitó a participar a todo el alumnado matriculado en las asignaturas de 1º y de 3º curso.

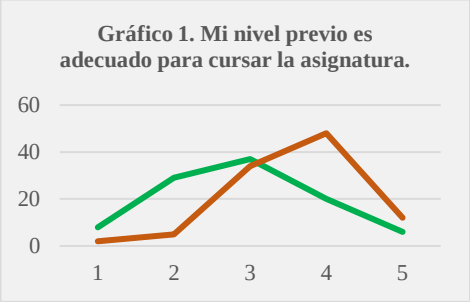
4. Resultados

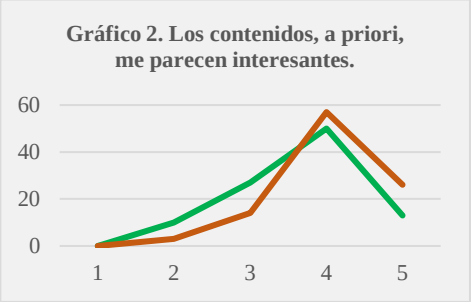
El número de cuestionarios completos respondidos fue de 102 en 1º curso y 52 en 3º curso. En ambos cursos, aproximádamente el 70% son primeras matrículas y el 75% están en 1ª convocatoria.

La opinión del alumnado sobre su nivel previo de conocimientos para cursar la asignatura es muy dispersa en 1º curso (gráfico 1), seguramente debido a las diferentes procedencias, al desconocimiento y a la prudencia (la asignatura tiene fama de difícil). En 3º curso tienen más claro sus posibilidades, vienen de una formación común, aun así, hay quien cree no estar suficientemente preparado. Llama la atención que hay casos que se matriculan en las asignaturas de 1º y 3º a la vez, esto es posible ya que no hay asignaturas llave.

El test confirma las conclusiones anteriores. En 1º curso el 72% obtiene 7 o más aciertos, con una media de 7,03. En 3º curso el 10% obtiene 7 o más aciertos, con una media de 4,10.

El interés inicial por la asignatura es alto (gráfico 2), más en 3º curso ya que son de grado en Ingeniería Mecánica.

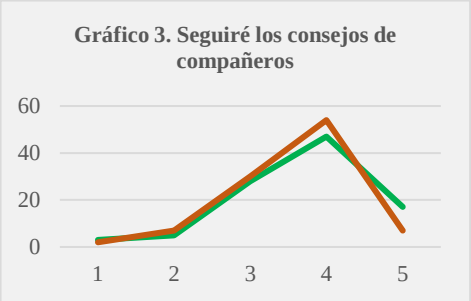


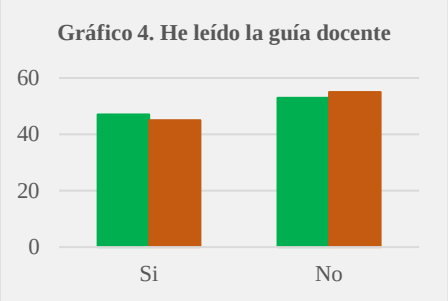


1º curso, 3º curso. 1 nada necesario, 2 poco necesario, 3 indiferente, 4 muy necesario, 5 totalmente necesario

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

Generalmente siguen los consejos de los compañeros de cursos superiores o repetidores para establecer su metodología de estudio (gráfico 3), sin embargo, menos de la mitad lee la guía docente de la asignatura (gráfico 4). Esto, añadido a la escasa asistencia a las clases presenciales, conduce al desconocimiento de los cambios introducidos en cada curso.

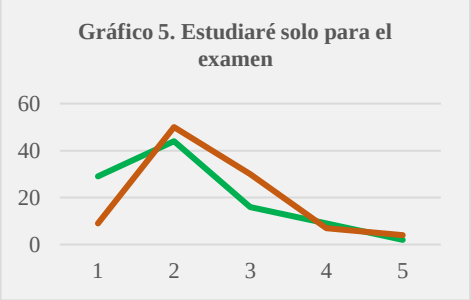


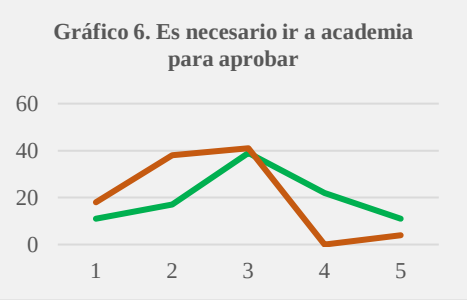


1º curso, 3º curso. 1 nada necesario, 2 poco necesario, 3 indiferente, 4 muy necesario, 5 totalmente necesario

Tienen buenas intenciones y no piensan en estudiar solo para el examen final (gráfico 5), este punto de partida deberíamos aprovecharlo. Sin embargo, en 3º curso se pierde un poco la buena intención. Este resultado concuerda con la opinion sobre la habilidad de constancia en el estudio.

Para aprobar la asignatura, en 1º curso no descartan ir a una academia, pero en 3º curso clárame nte lo ven prescindible (gráfico 6). Este resultado concuerda con el del gráfico 1. En la academia disponen de más horas de atención en pequeños grupos, y en 3º curso son más autónomos.



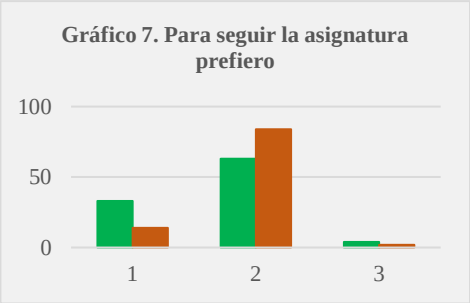


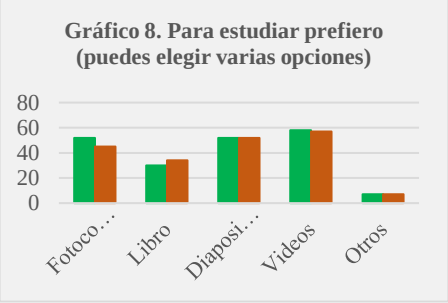
1º curso, 3º curso. 1 nada necesario, 2 poco necesario, 3 indiferente, 4 muy necesario, 5 totalmente necesario

ISBN: 978-84-09-02970-9

Para seguir la asignatura prefieren mirar la teoría antes de clase y consultar dudas y hacer aplicaciones prácticas en clase (gráfico 7), más claro aún en 3º curso. En Expresión Gráfica es un enfoque apropiado dado que es una asignatura muy práctica. Este es un buen punto de partida para la implantación de la clase inversa. En la respuesta abierta hay dos opiniones sobre combinar teoría y práctica, y otras tres opiniones de hacer todo en clase.

Para estudiar prefieren material digital al papel (gráfico 8). Esto puede ser por la comodidad de transportarlo y la facilidad de consulta. También aprecian las fotocopias y las diapositivas, ya que la información está muy seleccionada y resumida. En la respuesta abierta hay sugerencias como apuntes tomados en clase (2), test de autoevaluación, ejercicios de nivel alto, material interactivo, software de apoyo, academia y estudiar con compañeros.





1º curso, 3º curso. Gráfico 7: 1 teoría en clase y práctica fuera, 2 teoría antes y práctica en clase, 3 otros.

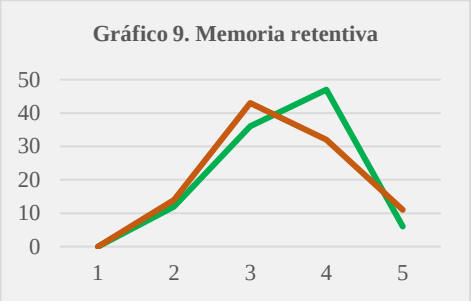
Sobre las habilidades para seguir la asignatura, en ambos cursos consideran totalmente necesarias la vision especial y la organización del tiempo.

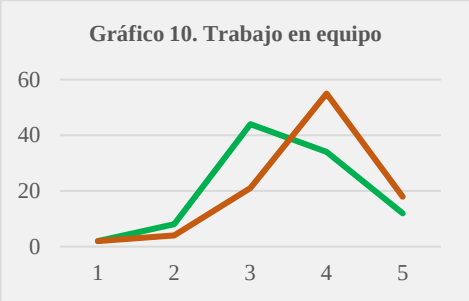
Consideran muy necesarias, en ambos cursos, la habilidad en el trazado del dibujo y la capacidad de abstracción.

La constancia en el estudio y la capacidad de relación entre conceptos la consideran muy necesaria, aunque menos en 3º curso. Este resultado concuerda con la intención de no estudiar solo para el examen, ver gráfico 5.

La memoria retentiva la consideran muy necesaria en 1º curso, mientras que en 3º curso la consideran menos necesaria (gráfico 9). Lo contrario ocurre con el trabajo en equipo que lo consideran muy necesario en 3º curso, mientras que en 1º curso la consideran menos necesaria (gráfico 10). La predisposición inicial en estas dos habilidades no es buena.

ISBN: 978-84-09-02970-9





1º curso, 3º curso. 1 nada necesario, 2 poco necesario, 3 indiferente, 4 muy necesario, 5 totalmente necesario

5. Conclusiones

La implementación de esta metodología didáctica Flipped Classroom supone un gran cambio tanto para el alumnado como para el profesorado.

Algunos aspectos que pueden dificultar la implementación del modelo pedagógico Flipped Classroom son:

- Sería conveniente preparar un material de autoaprendizaje para cubrir las carencias personales de cada estudiante, ya que el nivel previo de los conocimientos para cursar la asignatura es muy diferente sobre todo en 1º curso.
- Es necesario hacer hincapié en los cambios introducidos en cada curso, ya que generalmente siguen los consejos de los compañeros de cursos superiores o repetidores para establecer su metodología de estudio y menos de la mitad lee la guía docente de la asignatura.
- Se puede perder la capacidad de tomar apuntes si se atiende a la preferencia de disponer de material digital. También la capacidad de consultar documentación si se dispone de fotocopias y diapositivas.
- La memoria retentiva la consideran muy necesaria, mientras que el trabajo en equipo lo consideran menos necesaria cuando acceden al grado.
- En 1º curso sería necesario introducir alguna actividad al comienzo para romper la actitud espectante y pasiva, así como el estudio memorístico.

Algunos aspectos que pueden facilitar la implementación del modelo pedagógico Flipped Classroom son:

- El interés inicial por la asignatura es alto.
- Inicialmente el alumnado tiene buenas intenciones y no piensa en estudiar solo para el examen final, así también, considera muy necesaria la constancia en el studio.
- Para seguir la asignatura prefieren mirar la teoría antes de clase y consultar dudas y hacer aplicaciones prácticas en clase.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Consideran totalmente necesaria la organización del tiempo, aunque normalmente los tiempos vienen marcados por las diversas tareas encargadas.
- La ruptura que supone para el alumnado de 1º curso el comienzo de nuevos estudios permitiría introducir grandes cambios.
- En 3º curso son más colaborativos y dispuestos a trabajar en equipo.

Referencias

Alcober J., Ruiz S., Valero M. (2003). *Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003).* Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú, Spain.

Anderson L.W., Krathwohl D.R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching and as-sessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives.* Allyn & Bacon. Bos-ton, MA (Pearson Education Group).

Beesley A., Apthorp H. (Eds.). (2010). *Classroom instruction that works, second edition: Re-search report*. Denver, CO: McRel International.

López J., Herrero I., Jimbert P., Iturrondobeitia M., Toledo N. (2017). Diseño disruptivo de la asignatura de expresión gráfica. Actas del 25 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET). Publicación: Escuela de Ingenierías Industriales. Badajoz, 2017. I.S.B.N.: 978-84-697-6395-7

López J., Herrero I., Jimbert P., Iturrondobeitia M., Toledo N. (2018). *Which didactic methodology is the most appropriate for my subject?*. Proceedings of the Joint Conference on Mechanics, Design Engineering and Advanced Manufacturing JCM 2018, Cartagena (Murcia), Junio 2018. http://jcm2018ct.com. I.S.B.N.: 978-3-030-12345-1

Quintero A., García-Valcárcel A., Hernández A., Recamán A. (2012). *Qué piensan los profesores y alumnos sobre la metodología del aprendizaje colaborativo a través del TIC.* Actas de XIX Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa (JUTE). ISBN: 9788484584094

Santiago R., Díez A., Andía L.A. (2017). *Flipped classroom. 33 experiencias que ponen patas arriba el aprendizaje.* Editorial UOC, Barcelona, Spain. ISBN 978-84-9116-975-8.

Toledo N., López J., Jimbert P., Herrero I. (2016). *A multidisciplinary PBL-based learning environment for training non-technical skills in the CAD subject*. In Book Research in Interac-tive Design. Mechanics, Design Engineering and Advanced Manufacturing. Editors: Fisch-er, X.; Daidie, A.; Eynard, B.; Paredes, M. Publisher: Springer, volume 4, pp. 607-612. ISBN: 978-3-319-26121-8. DOI 10.1007/978-3-319-26121-8

ISBN: 978-84-09-02970-9

Implantación del Doble Grado en Ingeniería Mecánica y en Administración y Dirección de Empresas en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz.

Inmaculada Tazo[a], Amaia Mesanza[a], Ruperta Delgado[a], Estíbaliz Apiñaniz[a], Javier Sancho [a], Jose Antonio Ramos [a] y Jose Manuel Lopez-Guede [a]
mariainmaculada.tazo@ehu.eus; amaia.mesanza@ehu.eus; ruper.delgado@ehu.eus; estibaliz.apinaniz@ehu.eus; javier.sancho@ehu.eus; josean.ramos@ehu.eus; jm.lopez@ehu.eus;

[a] Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), C/ Nieves Cano, 12, 01006 Vitoria-Gasteiz (España)

Abstract

In this paper, the new Double Bachelor´s Degree in Mechanical Engineering and Business Management and Administration that will start next academic year at the Faculty of Engineering Vitoria-Gasteiz we introduce. In the Basque Country, there is a big demand of graduates in Business Management and Administration and in Engineering, in addition, 99% of the enterprises are small or medium and 94% of enterprises has less than 10 workers. Therefore, we thought that a double degree that could gather both Engineering and Business and Administration would suit the profile these small enterprises are looking for.

In this double degree modality the student will have the chance to obtain two bachelor´s degrees in 5 years. By studying up to 15 ECTS more per year, by making two final year projects and by taking into account that instead of the optional credits that both degrees offer, the students will have to course subjects from the second degree.

Keywords: *Double Degree, Mechanical Engineering, Business and Administration, Faculty of Engineering Vitoria-Gasteiz*

Resumen

En esta comunicación se presenta el Doble Grado en Ingeniería Mecánica y en Administración y Dirección de Empresas (ADE) que se implantará el próximo curso académico en el Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. En el País Vasco la demanda de graduados en ADE y en Ingeniería es muy elevado, además, el tejido industrial vasco se caracteriza por un número elevado de

ISBN: 978-84-09-02970-9

pequeñas y medianas empresas, siendo el 94% empresas con menos de 10 empleados. Por todo ello, el Doble Grado que aquí se presenta aúna las competencias y el perfil profesional que las empresas están buscando.

En este Doble Grado los estudiantes podrán obtener dos títulos de grado en 5 años. Para ello, tendrán que cursar 15 ECTS más por curso académico, realizar el Trabajo fin de Grado de cada una de las titulaciones y convalidar las asignaturas optativas de un Grado por las obligatorias del otro.

Palabras clave: *Doble Grado, Ingeniería Mecánica, Administración y Dirección de Empresas, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz*

1. Introducción

En este trabajo se presenta un nuevo Doble Grado que aúna dos titulaciones de ramas de conocimiento diferentes como son el Grado en Ingeniería Mecánica, de la rama de Ingeniería y Arquitectura, y el Grado en Administración y Dirección de Empresas de la rama de Ciencias Sociales y Jurídicas. Este Doble Grado se implantará el curso 2019/2020 en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

Los cambios que han experimentado las instituciones educativas en los últimos tiempos han sido anteriormente documentados (Calero, 2005). La masificación de la universidad y la expansión de la demanda ha producido dos fenómenos relacionados entre sí: el incremento de la heterogeneidad del perfil del estudiante universitario y la diversidad de las formas de estudiar. El progresivo desarrollo económico y los nuevos retos de la sociedad del conocimiento han incrementado los requerimientos individuales y colectivos en materia educativa. Lo que se considera como una educación suficiente para asegurarse una inserción satisfactoria en el mercado laboral cambia constantemente (Ferrer, 2009).

En el marco de la globalización y de la expansión académica, se tiende a un sistema con diferentes vías, que permitan itinerarios más flexibles y oportunidades de cambiar la orientación elegida y trasferir créditos de unas a otras. Esto sirve para dar respuesta a las exigencias económicas y sociales que demandan niveles de cualificación superiores y de nuevas competencias, ofrecer la posibilidad de mantener las opciones abiertas por parte de los jóvenes y permitir mayor coordinación y coherencia (Raffe, 2003) (Gaebel & Zhang, 2019).

Los programas de Doble Grado han experimentado un extraordinario crecimiento en los últimos años, tanto en su tipología como en su número, lo cual demuestra que tienen un papel importante en la Educación Superior (Knight, 2011). Los Dobles Grados llevan más de una década en el panorama universitario español desde que en el año 2008 la Universidad Europea, implantara el Doble Grado de Administración y Dirección de Empresas (ADE) más Derecho. Así, cada vez son más las universidades que ofertan nuevas titulaciones, como se refleja en las estadísticas del Ministerio de Educación y Formación Profesional. En el curso

ISBN: 978-84-09-02970-9

2018-2019 hay 159 titulaciones con más de 300 ECTS. Sin embargo, la investigación sobre estos estudios sigue siendo escasa debido a la corta historia de los mismos.

Un Doble Grado es una combinación de dos titulaciones universitarias simultáneas, que se realizan cursando una única carrera. Es una formación superior más completa y polivalente, que permite a los alumnos obtener unos conocimientos muy útiles para optar a un empleo. Permite, además, adaptarse más fácilmente y mejor a las necesidades cada vez más exigentes y cambiantes del mercado laboral. Las empresas valoran muy positivamente esta opción formativa por la preparación y polivalencia de estos graduados.

Las Dobles titulaciones de Grado otorgan un valor diferencial que coloca al egresado en muy buena posición en el mercado laboral, sin embargo, se requieren notas de acceso elevadas y mucho esfuerzo debido a que el número de plazas ofertadas es escaso. A continuación, se enumeran las principales ventajas que obtendrán y los principales retos que tendrán que superar los estudiantes de Doble Grado:

- Formación más completa: al abarcar dos disciplinas, los conocimientos teóricos y prácticos que se adquieren son mayores. Trabajan competencias laborales muy apreciadas en el mundo laboral.
- Ahorro de tiempo: el tiempo para obtener un Doble Grado suele ser de unos cinco o seis años, frente a los ocho años necesarios para completar los dos grados de una manera independiente.
- Mejora la empleabilidad: el Doble Grado es un factor diferencial respecto a otros candidatos para el mismo empleo. Tener conocimientos sobre dos disciplinas amplía las posibilidades de encontrar trabajo en un mundo laboral cambiante. Además, por las propias características de los dobles grados, se presuponen ciertas características que aprecian las empresas como: no temer afrontar grandes retos, considerar que el esfuerzo y la inversión de tiempo son fundamentales como inversión para la vida laboral.
- Es una buena opción para los indecisos o para quienes tengan varios intereses: el doble grado proporciona tiempo y herramientas para determinar cuál de las dos carreras es más del gusto del estudiante.

Sin embargo, cursar un doble grado tiene también algunos inconvenientes:

- La nota de acceso es más alta: por un lado, está directamente relacionada con el número limitado de plazas y, por otro lado, son los estudiantes brillantes los que optan por esta oferta formativa.
- Requieren más esfuerzo y dedicación: para empezar, son como mínimo cinco años. Además, la carga lectiva anual crece, lo que se transforma en una carga semanal mayor.
- El coste económico aumenta, al tener más carga lectiva.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Los Dobles Grados proporcionan una formación muy competitiva, al aportar más conocimientos, lo que permite optar a mejores oportunidades laborales. El alumnado tendrá que afrontar el reto de cursar dos titulaciones en cinco años. Para ello, tendrá que estar motivado, ser muy organizado, resolutivo y disciplinado.

El objetivo principal de este artículo es mostrar las características generales del Doble Grado en Ingeniería Mecánica y en Administración de Empresas. En un primer apartado se indican los motivos que han llevado a la configuración de dicho Doble Grado, la forma de impartición, las plazas ofertadas y las salidas profesionales. A continuación, se describe el plan de estudios, los créditos por curso académico y los años estimados de duración. En el tercer apartado se indican cuáles serán los criterios de admisión y permanencia que tiene que cumplir el alumnado. Finalmente, cómo se realiza la gestión de manera compartida entre los dos centros educativos.

2. Descripción general del Doble Grado

El Doble Grado en Ingeniería Mecánica y en Administración y Dirección de Empresas (ADE) está basado en perfiles ya ofertados por otras universidades y que pueden dar respuesta a necesidades formativas, tanto por parte de las empresas como por el alumnado potencial. Se impartirá conjuntamente en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz y en la Facultad de Economía y Empresa, sección Álava, de la UPV/EHU. Tiene una duración de 5 cursos académicos y en su configuración se han analizado las posibles sinergias entre asignaturas similares de las dos titulaciones.

2.1 Justificación

El Doble Grado Ingeniería Mecánica + ADE es un doble grado novedoso en el Estado, inspirado en los dobles grados que aúnan los Grados en Ingeniería en Tecnología Industrial y ADE que podemos encontrar en universidades privadas del entorno de la CAPV. Se trata de una titulación que aúna dos de las titulaciones con mayor empleabilidad y que configura un perfil completo para las empresas industriales, al combinarse conocimientos técnicos para la industria con competencias de gestión empresarial. Una apuesta decidida para captar al alumnado excelente que se inclina por los Dobles Grados.

Esta titulación está muy ligada a la innovación en la empresa en general y en la industria, en particular. Por una parte, el Grado en Administración y Dirección de Empresas proporciona las herramientas y conocimientos para poner en marcha un proyecto empresarial, gestionar, organizar y dirigir una empresa u organización. Por otro lado, el Grado en Ingeniería Mecánica capacita para plantear, elaborar, dirigir, ejecutar y explotar proyectos técnicos en el ámbito de la ingeniería industrial en general y de la ingeniería mecánica en particular, con las atribuciones profesionales de la Ingeniería Técnica Industrial.

Dado que el Doble Grado propuesto parte de dos titulaciones ya implantadas en los dos centros, las asignaturas que lo conforman se impartirán de manera agrupada/compartida con las asignaturas de los grados originarios del nuevo grado planteado.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Finalmente, se propone una reducción del numerus clausus en las titulaciones de origen de15 personas en el Grado en Ingeniería Mecánica y de otras 15 personas en el Grado en Administración y Dirección de Empresas, con la intención de que la implantación del Doble Grado suponga el menor coste posible para la UPV/EHU.

2.2 Salidas profesionales

El Doble Grado en Ingeniería Mecánica y ADE capacitará a los egresados para redactar y desarrollar proyectos de ingeniería industrial para la construcción, reparación, instalación y montaje de estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas y procesos de fabricación y automatización, así como, valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas. También será capaz de dirigir y administrar una empresa u organización; trabajar en equipo, con responsabilidad, respeto, iniciativa y liderazgo, en un entorno multicultural, multilingüe y multidisciplinar.

Las salidas profesionales en las que los egresados podrán trabajar abarcan diferentes ámbitos, como: empresas de logística y mantenimiento, Ingenierías de desarrollo de proyectos, Centros tecnológicos o departamentos de I+D+I, Departamentos de comercialización, organización y planificación, Banca y Servicios Financieros, Contabilidad y Auditoría, Dirección Estratégica, Gestión de los Recursos Humanos, Gestión de Marketing Internacional y Comercial, Gestión Económico-Financiera y Fiscal, Internacionalización y Comercio Exterior.

Además, el Doble Grado aporta las herramientas y conocimientos necesarios para poder poner en marcha su propio proyecto empresarial.

3. Plan de Estudios

El Doble Grado aúna dos titulaciones de 240 créditos ECTS, distribuidas cada una de ellas de la siguiente manera. En el Grado en Administración y Dirección de Empresas el estudiante tiene que cursar 180 créditos obligatorios, 48 optativos y debe realizar un Trabajo Fin de Grado (TFG) de 12 créditos. En el Grado en Ingeniería Mecánica el alumno tiene que cursar 204 créditos obligatorios, 24 créditos optativos y un TFG de 12 créditos. Esta última es una profesión regulada, con atribuciones profesionales, de manera que sus contenidos vienen marcados por la orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, publicada en el BOE del 20 de febrero de 2009.

Tras analizar los correspondientes planes de estudios y consultados los departamentos encargados de las asignaturas implicadas, se realizan las siguientes equivalencias de asignaturas.

En el caso del Grado en ADE, las asignaturas:

- Matemáticas I (6 ECTS) y Matemáticas II (6 ECTS) se han considerado equivalentes y, por ende, sustituidas por Álgebra (6 ECTS) y Cálculo (12 ECTS) del Grado en Ingeniería Mecánica.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Sistemas Informáticos de Gestión Empresarial (6 ECTS) se ha sustituido por Fundamentos de Informática (6 ECTS) y Gestión de Proyectos (6^E CTS) de Ingeniería Mecánica.

Tabla 1. Carga de créditos por cursos

Curso	Formación Básica	Formación Obligatoria	Formación Optativa	TFG	Total
1º	75	--	-	-	75
2º	27	48	-	-	75
3º	-	75	-	-	75
4º	-	75	-	-	75
5º	-	48	-	24	72
Total	102	246	-	24	372

Para el Grado en Ingeniería Mecánica, se plantea sustituir las asignaturas:

- Métodos Estadísticos de la Ingeniería (6 ECTS) por Estadística y Análisis de datos (6 ECTS) y Estadística Aplicada a la Empresa (6 ECTS) del Grado en ADE.
- Economía y Administración de Empresas (6 ECTS) se considera que es una asignatura cuyos contenidos aparecen recogidos en varias asignaturas como Economía de la Empresa (Introducción), Introducción a la Economía II (principios de Macroeconomía), Introducción a la Economía I (principios de Microeconomía), Economía de la Empresa (Organización y dirección) y Dirección Comercial: Introducción del Grado en ADE
- Sistemas de Gestión Integrada (6 ECTS) por las asignaturas de Dirección Comercial, Dirección Financiera y Dirección Estratégica, del Grado en ADE.

Con todo lo anterior, el estudiante cursaría 198 créditos, incluido el TFG, correspondientes al Grado en Ingeniería Mecánica y 174 créditos, incluido el TFG, del Grado en ADE. En total, serían 372 créditos, repartidos en 5 cursos como se señala en la Tabla 1.

La distribución de asignaturas por cursos y cuatrimestres se ha realizado manteniendo la estructura actual existente de docencia para cada cuatrimestre en las titulaciones originales. El número máximo de asignaturas por cuatrimestre es de 7, se ha buscado un buen equilibrio en cuanto a la distribución de créditos en cada uno de los 5 años previstos para su impartición, si bien, se advierte un cierto desequilibrio por cuatrimestres, principalmente en los cursos 3º y 4º, que se considera perfectamente viable.

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Regulación de las enseñanzas

En cuanto a los requisitos y criterios de acceso, la admisión de los estudiantes se realizará de acuerdo con lo establecido por la normativa general que regula los procedimientos de admisión de la UPV/EHU. Para calcular la nota de admisión al Doble Grado se tendrá en cuenta la mejor calificación resultante de la ponderación de las materias específicas tanto del Grado en Ingeniería Mecánica como del Grado en Administración y Dirección de Empresas.

Los estudiantes admitidos en el Doble Grado se matricularán en cada curso única y exclusivamente en las asignaturas de su programación docente específica. En el primer curso, deberán matricularse en todos los créditos correspondientes al curso completo, en los siguientes cursos, los estudiantes deberán matricularse al menos de 66 créditos ECTS, salvo que les reste menos de esa cantidad para la finalización del programa docente específico del Doble Grado.

A la finalización del primer curso, los estudiantes deberán tener superados al menos 42 créditos de los 75 créditos matriculados. A la finalización de cada uno de los siguientes cursos, deberán haber superado al menos un 60% de los créditos de los que se hayan matriculado. En todo caso, los estudiantes deberán finalizar el programa en un máximo de siete cursos académicos.

Los estudiantes que incumplan alguno de estos requisitos deberán abandonar el Doble Grado. Podrán continuar sus estudios en la titulación oficial de Grado en Ingeniería Mecánica o Grado en Administración y Dirección de Empresas, a su elección. Este criterio también será de aplicación si un estudiante decide abandonar voluntariamente el Doble Grado.

5. Gestión del Doble Grado

El Doble Grado en Ingeniería Mecánica y en Administración y Dirección de Empresas contiene una ordenación de las respectivas enseñanzas diseñada para posibilitar a los estudiantes matriculados en él, y que superen los estudios contenidos en su correspondiente programación, la obtención simultánea de los títulos oficiales de Grado en Ingeniería Mecánica y Grado en Administración y Dirección de Empresas, con validez en todo el territorio nacional.

La Dirección Académica del Doble Grado corresponde a la Comisión Académica del mismo, en la que están representadas la Facultad de Economía y Empresa y la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, el Coordinador del Doble Grado y un representante del alumnado matriculado en el Doble Grado. Entre las funciones de la Comisión Académica se encuentra proponer a las Juntas de la respectiva Escuela/Facultad el límite de plazas de admisión para cada curso académico, la organización académica y la responsabilidad y seguimiento de la calidad docente, en coordinación con las comisiones de Calidad de los dos Centros. La Comisión Académica deberá reunirse al menos una vez cada semestre, para realizar labores de seguimiento y propuestas de mejora del Doble Grado.

ISBN: 978-84-09-02970-9

El cargo de Coordinado del Doble Grado recae en un profesor o una profesora de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, y es nombrado por el Equipo Directivo correspondiente y aprobado por Junta de Centro. Sus funciones son: ejecutar los acuerdos adoptados por la Comisión Académica, representar al Doble Grado y cualesquiera otras funciones que, según la Normativa de la UPV/EHU al respecto, correspondan al/a la Coordinador del Grado.

6. Conclusiones

El Doble Grado en Ingeniería Mecánica y en ADE que se presenta en este artículo cuenta con la aprobación del Consejo de Gobierno de la UPV/EHU. Esta titulación es un doble grado novedoso que aúna dos de las titulaciones con mayor empleabilidad y que ofrece un perfil muy completo y polivalente, muy adecuado para las pequeñas y medianas empresas del País Vasco, al posibilitar que el egresado tenga adquiridas, por un lado, las competencias técnicas industriales y, por otro, las administrativo-económicas.

La implantación será año a año, comenzando el curso 2019-20 completándose en el curso 2023-24.

Referencias

Calero, J. (2005). *Equity in Education Thematic review: Country Analytical Report.* Paris: OCDE.

Ferrer, F. (2009). *El estado de la Educación en Cataluña. Anuario 2008.* Barcelona: Mediterrània.

Gaebel, M., & Zhang, T. (2019, 04 08). *Trends 2018: Learning and teaching in the European Higher Education Area*. Retrieved from European University Association: https://eua.eu/resources/publications.html

Knight, J. (2011). Dudas y Conflictos en torno a los programas de doble grado. *Revista de Universidades y Sociedad del Conocimiento*, 135-151.

Ministerio de Educacion y Formación Profesional. (n.d.). *Estadística de universidades, centros y titulaciones (EUCT)*. Retrieved from Estadística de universidades, centros y titulaciones (EUCT): http://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/universitaria/estadisticas/universidades-centros-titulaciones.html

Raffe, D. (2003). Pathways Linking Education and Work: areview of concepts, research and Policy Debates. *Journal of Young Studies*, 3-19.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Propuesta de Programa Docente de Simulación de la Cadena de Suministro

Josefa Mula[a], Francisco Campuzano-Bolarin[b]
fmula@cigip.upv.es; francisco.campuzano@upct.es

[a]Universitat Politècnica de València (Centro de Investigación de Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP), Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Plaza Ferrándiz y Carbonell, 2, 03801, Alcoy, España)
[b] Universidad Politécnica de Cartagena (E.T.S de Ingeniería Industrial. Departamento de Economía de la Empresa. Campus Muralla del Mar. 30202. Cartagena (Murcia). España)

Abstract
In this paper, we address the teaching profile of Supply Chain Simulation. For this, we analyse, in a general way, the Master's degree in Advanced Engineering of Production, Logistics and Supply Chain (MUIAPLCS): the aims and the profile of competences of the graduate, the access and profile of the students, the structure of the syllabus and how satisfies the demand of this Master's degree in the national territory. Next, it develops the proposal of the syllabus for the subject of Supply Chain Simulation of the MUIAPLCS degree. Thus, it contextualises the subject in the current syllabus, attending to the competences, the coordination and organisation of the subject and the teaching-learning methodologies. Then, it proposes the temary, the recommended bibliography and the system of evaluation, among others.

Keywords: *Syllabus, Supply Chain Simulation, Production Engineering, Master.*

Resumen
En este artículo se aborda el perfil docente de Simulación de la Cadena de Suministro. Para ello, se analiza, de forma global, la titulación de Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro (MUIAPLCS): los objetivos y el perfil de competencias del egresado, el acceso y perfil del alumnado, la estructura del plan de estudios y cómo se satisface la demanda de dicha titulación en el territorio nacional. Seguidamente, se desarrolla la propuesta de programa docente para la asignatura de Simulación de la Cadena de Suministro de la titulación de MUIAPLCS. Así, se contextualiza la asignatura en el plan de estudios en vigor, atendiendo a las competencias, la coordinación y organización de la asignatura y las metodologías de enseñanza-aprendizaje. Posteriormente, se propone el temario, la bibliografía recomendada y el sistema de evaluación, entre otros.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Palabras clave: *Programa docente, Simulación de la Cadena de Suministro, Ingeniería de Producción, Master.*

1. Introducción

El Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Producción, Logistica y Cadena de Suministro (MUIAPLCS) es un título oficial de la Universitat Politècnica de València (UPV), que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) y promovido por el Centro de Investigación de Gestión e Ingeniería de la Producción (CIGIP). La primera edición del master se realizó en el curso 2006-07. La asignatura Simulación de la Cadena de Suministro forma parte de una de las materias obligatorias que componen el plan de estudios del MUIAPLCS. La mejora de la eficiencia de la cadena de suministro en las áreas de ingeniería, producción y logística es una exigencia para las empresas que quieran ser competitivas. El MUIAPLCS ofrece una formación integral de especialista, a través del programa oficial de posgrado en Ingeniería y Producción Industrial, con especial atención a los sectores industriales tradicionales, a las empresas de alta tecnología, transporte y distribución, operadores logísticos, consultoras y de servicios. Los objetivos generales de este artículo se orientan en proponer un programa docente de la asignatura obligatoria de Simulación de la Cadena de Suministro del MUIAPLCS teniendo en cuenta los requisitos de la memoria de verificación del título. Los objetivos específicos se orientan a la definición de la organización, las metodologías docentes, los recursos materiales y los sistemas de evaluación de la asignatura.

2. Metodología

Seguidamente, se proponen los siguientes pasos para definir la propuesta del programa docente:

- Estudio de la estructura del plan de estudios de la titulación.
- Análisis de las necesidades, demanda satisfecha y futuro de la titulación.
- Análisis de la descripción de contenidos de la materia/asignatura en la memoria de verificación.
- Análisis de las competencias generales, específicas y transversales asignadas a la materia/asignatura en la memoria de verificación.
- Definición de los resultados de aprendizaje de la asignatura.
- Coordinación de la asignatura en términos de identificación de las asignaturas relacionadas.
- Organización de la asignatura en créditos ECTS por actividades formativas.
- Propuesta de metodologías de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de las clases teóricas y prácticas.
- Descripción del compromiso del alumno.
- Definición y descripción detallada de unidades didácticas y herramientas de software.
- Propuesta de la bibliografía recomendada.
- Identificación de los recursos materiales necesarios.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- Definición de los sistemas de evaluación.

3. Propuesta de programa docente de la asignatura de Simulación de la Cadena de Suministro

3.1 Estructura del plan de estudios

El MUIAPLCS se enmarca dentro de la rama de conocimiento de ingeniería y arquitectura. El máster tiene un total de 60 créditos ETCS divididos en: 32 créditos de asignaturas obligatorias, 16 créditos de asignaturas optativas y 12 créditos de trabajo fin de master (TFM). Para todas las actividades formativas se considera que 1 ECTS equivale a 10 horas de trabajo presencial y entre 15 y 20 horas de trabajo no presencial del estudiante. La Tabla 1 muestra la descripción de módulos, materias y asignaturas que conforman el plan de estudios del MUIAPLCS.

Tabla 1. Estructura del plan de estudios del MUIAPLCS

Módulos	Materias	Asignaturas
Ingeniería de producción, logística y cadena de suministro (32 ECTS)	Gestión del Transporte, producción, Logística y Cadena de Suministro (16 ECTS) Obligatorias	Modelado de la Cadena de Suministro: Arquitecturas e Ingeniería (4 ECTS)
		Estrategia de la Cadena de Suministro (4 ECTS)
		Gestión del Transporte: Infraestructuras y Medios (4 ECTS)
		Gestión Avanzada en Sistemas de Producción e Inventario (4 ECTS)
	Modelado, Simulación y Sistemas de gestión del rendimiento de la Cadena de Suministro (16 ECTS) Obligatorias	Logística de Aprovisionamiento y Distribución (4 ECTS)
		Sistemas de Gestión del Rendimiento (4 ECTS)
		Gestión de Procesos de Negocio (4 ECTS)
		Simulación de la Cadena de Suministro (4 ECTS)
Especialidad Profesional Logística y transporte (16 ECTS)	Logística interna y diseño y gestión de almacenes (4 ECTS) Optativas	Logística Interna y Diseño y Gestión de Almacenes (4 ECTS)
	Comercio exterior, logística internacional y externalización logística (12 ECTS) Optativas	Comercio exterior (4 ECTS)
		Logística internacional (4 ECTS)
		Operadores Logísticos 3PL/4P (4 ECTS)
Especialidad Investigación Procesos y Tecnologías de la Información y las comunicaciones y herramientas para la toma de decisiones en cadena de suministro (16 ECTS)	Procesos y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para la Gestión de la Cadena de Suministro (8 ECTS) Optativas	Gestión de Procesos Colaborativos en la Cadena de Suministro (4 ECTS)
		Tecnologías y Aplicaciones Informáticas para la Gestión de la Cadena de Suministro (4 ECTS)
	Herramientas para la toma de decisiones en la cadena de suministro (8 ECTS) Optativas	Planificación y Programación de Producción en Entornos Distribuidos (4 ECTS)
		Técnicas de Modelado Cuantitativo para la Gestión de la Cadena de Suministro (4 ECTS)
Trabajo Fin de Master (12 ECTS)	Trabajo Fin de Master (12 ECTS)	Trabajo Fin de Master (12 ECTS)

3.2 Demanda satisfecha y futuro de la titulación

En la actualidad, en España hay 22 titulaciones, incluida la del MUIAPLCS, de la rama de ingeniería y arquitectura relacionadas con la ingeniería de producción, logística y/o cadena de suministro inscritas en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) tanto en universidades públicas como privadas. Cabe destacar que 5 de estas titulaciones se van a extinguir o están extinguidas, con lo que quedaría un total de 17 titulaciones. La Tabla 2 presenta el estado de dichas titulaciones y su oferta de plazas. Por otro lado, la Tabla 3 muestra las titulaciones afines adscritas al área de Ciencias Sociales y Jurídicas. Cabe destacar que a excepción de la Universidad Rey Juan Carlos, el resto de las universidades que ofertan títulos de máster afines al MUIAPLCS y adscritos a la rama de Ciencias Sociales y Jurídicas

ISBN: 978-84-09-02970-9

son entidades privadas. En cuanto a la oferta de plazas, esta oscila entre 25 y 70, siendo 30 el número de plazas ofertado por la mayor parte de las titulaciones consideradas. En el caso de titulaciones no presenciales, la oferta de plazas aumenta hasta 100 y 200 plazas. Respecto al número de créditos ECTS, 8 titulaciones proponen 60 ECTS, 5 optan por 120 ECTS y 4 de las titulaciones adoptan una estructura de 90 ECTS. Adicionalmente, este estudio se podría completar con el análisis de la configuración en el territorio nacional de los estudios de grado en ingeniería en organización industrial (GIOI) (Mula et al. 2011), que debería ser en el futuro el perfil de ingreso mayoritario en esta titulación. En este contexto, se ha observado un incremento en el número de universidades privadas que imparten el GIOI. También, cabe comentar la existencia de una Programación Conjunta de Enseñanzas Oficiales (PCEO) que incluye el GIOI con uno de los grados siguientes: Grado en Administración y Dirección de Empresa; Grado en Ciencia, Gestión e Ingeniería de Servicios; Grado en Ingeniería Ambiental; Grado en Ingeniería de la Energía; Grado en Ingeniería Química y Grado en Ingeniería de Materiales.

Tabla 2. Titulaciones de máster afines al MUIAPLCS. Rama Ingeniería y Arquitectura

Universidad	Título	Estado	ECTS	Oferta de plazas
Universidad Autónoma de Barcelona	Máster Universitario en Logística y Gestión de la Cadena de Suministro	TITULACIÓN RENOVADA	120	40
	Máster Universitario en Dirección y Organización Industrial	Publicado en B.O.E.	60	30
Universidad Carlos III de Madrid	Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística	TULACIÓN A EXTINGUIR	90	-
Universidad de Deusto	Máster Universitario en Ingeniería en Organización Industrial	TITULACIÓN RENOVADA	60	40
Universidad de Jaén	Máster Universitario en Ingeniería del Transporte Terrestre y Logística	Publicado en B.O.E.	60	30
Universidad de Navarra	Máster Universitario en Dirección de Producción en Empresas del Sector de Automoción	TITULACIÓN RENOVADA	90	-
Universidad de Sevilla	Máster Universitario en Organización Industrial y Gestión de Empresas	Publicado en B.O.E.	60	30
Universidad de Valladolid	Máster Universitario en Logística	TITULACIÓN RENOVADA	120	30
Universidad de Vigo	Máster Universitario en Dirección y Gestión de la Logística y la Cadena de Suministro	TULACIÓN A EXTINGUIR	60	-
	Máster Universitario en Ingeniería de Organización	Publicado en B.O.E.	90	25
Universidad del País Vasco	Máster Universitario en Organización de la Producción y Gestión Industrial	TULACIÓN A EXTINGUIR	60	-
	Máster Universitario en Ingeniería en Organización Industrial	Publicado en B.O.E.	60	70
Universidad Europea de Madrid	Máster Universitario en Ingeniería en Organización Industrial	TULACIÓN A EXTINGUIR	102	-
	Máster Universitario en Ingeniería de Organización, Dirección de Proyectos y Empresas	Publicado en B.O.E.	60	-
Universidad Politécnica de Cartagena	Máster Universitario en Organización Industrial	Publicado en B.O.E.	90	30
Universidad Politécnica de Catalunya	Máster Universitario en Logística, Transporte y Movilidad	TULACIÓN A EXTINGUIR	120	-
	Máster Universitario en Ingeniería de Organización	TITULACIÓN RENOVADA	120	40
	Máster Universitario en Cadena de Suministro, Transporte y Movilidad	Publicado en B.O.E.	120	40
Universidad Politécnica de Madrid	Máster Universitario en Ingeniería de Organización	TITULACIÓN RENOVADA	120	50
	Máster Universitario en Ingeniería de Producción	TITULACIÓN RENOVADA	60	50
Universitat Politècnica de València	Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro	TITULACIÓN RENOVADA	60	30
	Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística	Publicado en B.O.E.	90	25

Tabla 3. Titulaciones de máster afines al MUIAPLCS. Rama Ciencias Sociales y Jurídicas

Universidad	Título	Estado	ECTS	Oferta de plazas
Universitat Abat Oliba CEU	Máster Universitario en Logística y Comercio Internacional	RENOVADA	60	15
Universidad Camilo José Cela	Máster Universitario en Operaciones y Logística	A EXTINGUIR	60	-
	Máster Universitario en Operaciones y Logística	A EXTINGUIR	60	-
	Máster Universitario en Logística Integral y Comercio Internacional	A EXTINGUIR	60	-
	Máster Universitario en Dirección de Empresas Logísticas y de la Cadena de Suministro	A EXTINGUIR	60	-
	de Suministro	A EXTINGUIR	60	-
Universidad Cardenal Herrera-CEU	Máster Universitario en Moda, Gestión del Diseño y Operaciones	RENOVADA	60	15
Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir	Máster Universitario en Dirección de Operaciones	RENOVADA	60	30
Universitat Internacional de Catalunya	Máster Universitario en Dirección de Empresas y Sistemas de Producción	RENOVADA	60	30
Universidad Internacional de La Rioja	Máster Universitario en Dirección de Operaciones y Calidad	Publicado en B.O.E.	60	100
	Máster Universitario en Dirección Logística	Publicado en B.O.E.	60	200
Universitat Internacional Valenciana	Máster Universitario en Gestión de la Cadena de Suministro y Logística	Publicado en B.O.E.	60	-
Universidad Rey Juan Carlos	Máster Universitario en Dirección de la Cadena de Suministro	A EXTINGUIR	60	-

Por último, respecto al centro universitario de la ETSII de la UPV, cabe destacar una oferta de plazas del MUIAPLCS de 30 con un ratio de cobertura del 103,33% en el curso académico 2017-18. En cuanto al futuro de la titulación, coexisten las estructuras de planes de estudios de títulos de máster de entre 60 y 120 ECTS. En este sentido, tras el RD 43/2015 son las

ISBN: 978-84-09-02970-9

universidades, en el ejercicio de su autonomía, las que determinan qué grados pueden impartirse con 180 ó 240 créditos ECTS. Obviamente, en función de cómo se estructuren, finalmente, las titulaciones de grado que forman el perfil de ingreso al MUIAPLCS se podría ver alterada o no la estructura actual de 60 ECTS, con vistas a conformar un perfil de egreso de grado y máster de 300 ECTS. En cuanto a la demanda futura de estos estudios y teniendo en cuenta el descenso del número de los alumnos matriculados en títulos de grado en las universidades españolas y el descenso previsto de las tasas universitarias se puede aventurar un mantenimiento de la demanda actual cuando no un ligero descenso de la misma en favor de otras titulaciones habilitantes con un coste de las tasas menor.

3.3 Contenidos, competencias y resultados de aprendizaje

De acuerdo con la memoria verificada por el Consejo General de Universidades del MUIAPLCS, la descripción de contenidos de la asignatura de Simulación de la Cadena de Suministro contempla: Modelos de simulación de la cadena de suministro; simulación del efecto de amplificación de demanda en una cadena de suministro; y software para la simulación de la cadena de suministro. Adicionalmente, en la memoria de verificación del título, se establecen las competencias generales y específicas a cubrir por la materia en la cual se integra la asignatura que dan lugar a los siguientes resultados del aprendizaje: Identificar los objetivos, procesos y morfología de la cadena de suministro que pueden abordarse con los modelos de simulación; analizar aplicaciones reales de modelos de simulación de la cadena de suministro descritos en la literatura científica; diferenciar entre las técnicas de simulación; entender el papel de las técnicas de simulación local y simulación distribuida y paralela en el contexto de cadena de suministro; definir los procesos de la cadena de suministro y los beneficios de su simulación; identificar las funcionalidades y requerimientos de datos que se necesitan para preparar el modelado de la simulación de una cadena de suministro; medir y simular el Efecto Bullwhip de una cadena de suministro; aplicar las bases de la dinámica de sistemas; y simular los procesos de una cadena de suministro mediante un sistema dinámico contínuo.

3.4 Coordinación de la asignatura

El programa docente de la asignatura debe coordinarse con las asignaturas obligatorias afines, para delimitar los contenidos teóricos y prácticos de cada una de ellas y el grado de profundidad con que van a ser tratados y, de este modo, evitar duplicidades y vacuidades de contenidos. La coordinación también debe producirse en el sentido cronológico, ya que con toda probabilidad, habrá materias que se impartan antes que otras. En el caso de las asignaturas optativas, también es deseable que los contenidos de estas asignaturas estén coordinados con los de las obligatorias, para evitar solapamientos. En este caso, se puede identificar, de forma general, que las asignaturas obligatorias de la titulación más relacionadas o que la complementan son: Modelado de la Cadena de Suministro y Estrategia de la Cadena de Suministo.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Además, es habitual que los alumnos que lo deseen desarrollen su TFM en temas relacionados con la asignatura, profundizando así más en ella (Mula et al. 2013; Mendoza et al., 2014; Diez et al. 2014; Moreno et al. 2015; Esteso et al. 2019).

3.5 Organización de la asignatura

La asignatura queda estructurada en 1,2 créditos teóricos, correspondientes a la lección magistral e implican la transmisión de teoría, modelos y enfoques. Mientras que los 2,8 créditos prácticos se dividen en 0,64 créditos de prácticas en aula donde se realizan, principalmente, actividades de aprendizaje colaborativamente. Los 2,16 créditos de prácticas de laboratorio contemplan el planteamiento y la resolución de casos prácticos colaborativamente y el manejo de un lenguaje de simulación.

3.6 Metodologías de enseñanza-aprendizaje

La metodología docente utilizada se basa en la participación activa de los estudiantes tanto en las clases teóricas como prácticas. Para ello, se proponen los siguientes métodos docentes: lección magistral participativa, resolución de problemas, estudio en colaboración de artículos científicos, grupos de discusión, diálogos simultáneos, exposiciones orales y prácticas de laboratorio. Las tutorías planificadas, de carácter voluntario para los alumnos, complementan la combinación de los métodos docentes. El desarrollo teórico de la materia se basa en el método de la lección magistral participativa, en el cual se combina la lección magistral por parte del profesor y el trabajo en grupo de los estudiantes. El profesor dedica sus exposiciones a: (a) la transmisión de conocimientos, exponiendo brevemente el contenido de cada tema y haciendo hincapié en los aspectos más importantes o difíciles del mismo; (b) proporcionar al alumno la información verbal y escrita necesaria que le permita confeccionar por sí mismo cada tema y entender mejor los contenidos, interrogándose sobre los puntos críticos de cada capítulo; y (c) la orientación al estudiante en la búsqueda de ejemplos reales o artículos científicos en los que se puedan analizar los aspectos tratados en las clases teóricas. Como también se busca la interacción en las clases teóricas, los estudiantes organizados por grupos resuelven problemas y llevan a cabo actividades de aprendizaje que implican grupos de discusión, diálogos simultáneos y exposiciones orales. Para el desarrollo de las clases prácticas se introduce el manejo de un lenguaje de simulación de alto nivel a través de tres casos prácticos proporcionados por el profesor, que irán elevando su nivel de complejidad. El desarrollo de los casos prácticos debe realizarse en equipo. En las clases prácticas el profesor dedica unos instantes en resolver los problemas que los estudiantes hayan podido tener en la construcción de los modelos propuestos. Posteriormente, se plantean escenarios diferentes para los modelos construidos por el estudiante. Dichos escenarios plantean objetivos de gestión de la cadena de suministro como: Disminución de niveles de inventario sin perjudicar el nivel de servicio; mejora de costes de inventario; aumento de beneficios; disminución del Efecto Bullwhip; y disminución de la rotura de stock. Los estudiantes tratan en clase de alcanzar los objetivos propuestos por el profesor con los modelos previamente construidos por ellos. Tras unos minutos, el profesor resuelve el escenario previamente planteado, discutiéndose en

ISBN: 978-84-09-02970-9

grupo dicha solución. Posteriormente, estas enseñanzas prácticas del manejo de un software de simulación se aplican al desarrollo de un trabajo académico individual. Este trabajo es propuesto por el alumno al profesor basado en un caso real, artículo científico o definido por el propio alumno.

3.7 Compromiso del alumno

Dado que el curso implica una gran cantidad de interacción entre estudiantes y entre estudiantes y profesor, es vital que los alumnos asuman su responsabilidad dentro del equipo y de la clase completa. Se pasará lista al inicio de cada clase y los alumnos justificarán previamente su no asistencia. Los alumnos deben asistir a clase habiendo preparado adecuadamente las actividades de aprendizaje y otros materiales que se discutirán. Todos los miembros de cada equipo de trabajo grupal se espera que presenten una parte alícuota de la exposición oral, y que los equipos distribuyan equitativamente el trabajo entre sus integrantes. El profesor controlará el posible plagio de los informes realizados a través de la aplicación Turnitin.

3.8 Unidades didácticas

Una unidad didáctica es un conjunto organizado, integrado, secuencial y estructurado de objetivos, contenidos, metodologías, actividades y recursos didácticos, que tienen sentido por sí mismos y que facilita a los estudiantes el aprendizaje. A partir de los criterios inspiradores y los resultados de aprendizaje a fomentar con la enseñanza de la asignatura se presenta un programa que se articula en las siguientes unidades didácticas con su correspondiente distribución horaria: Unidad Didáctica I: Introducción a la simulación de la cadena de suministro; Unidad Didáctica II: El Efecto Bullwhip en las cadenas de suministro; Unidad Didáctica III: Dinámica de Sistemas y Unidad Didáctica IV: Simulación de los procesos de la cadena de suministro. Estas unidades didácticas deben describirse detalladamente en términos de: duración estimada, contenidos, resultados del aprendizaje y métodos docentes.

3.9 Bibliografía recomendada y recursos materiales

El programa docente se complementa con la bibliografía recomendada que tiene como pilar principal el libro desarrollado por los profesores de la asignatura (Campuzano y Mula, 2011). Igualmente, el método docente de clase magistral participativa se apoya con el uso de lecturas, vídeos y presentaciones con el ordenador. También se utiliza el email, la web (PoliformaT) y el foro de la asignatura para complementar la comunicación entre el profesor y los estudiantes. Una práctica que se considera conveniente es buscar y encontrar información en bases de datos científicas como la web of science o scopus.

3.10 Sistema de evaluación

Para la evaluación de la asignatura se tiene en cuenta la asistencia y participación activa de los alumnos a través de las actividades de observación, sus trabajos y presentaciones durante su desarrollo y, fundamentalmente, los trabajos académicos y los casos. Así, el nivel de adquisición de las competencias generales y específicas de la asignatura se evaluará mediante:

ISBN: 978-84-09-02970-9

(a) el estudio grupal de 1 caso o artículo científico (30%); (b) 3 actividades grupales de observación relacionadas con la resolución de problemas y el modelado basado en la dinámica de sistemas (30%); y (c) 1 trabajo académico individual. Los alumnos tienen disponible la rúbrica que se utiliza para la corrección de los trabajos académicos.

4. Conclusiones

Se encuentran registrados en el RUCT unos 17 títulos de máster relacionados con la Ingeniería de Producción, Logística y Cadena de Suministro en la rama de ingeniería y arquitectura. El futuro del MUIAPLCS dependerá de la adaptación que hagan las distintas universidades de la estructura del plan de estudios de títulos de grado de180 ó 240 ECTS con vistas a formar un perfil de egreso de 300 ECTS, que permita el acceso a estudios de doctorado. En este artículo, se ha llevado a cabo una propuesta detallada de programa docente para la asignatura de Simulación de la Cadena de Suministro que ha tenido en cuenta los siguientes aspectos: competencias, coordinación de la asignatura, organización de la asignatura, metodologías de enseñanza-aprendizaje, compromiso del alumno, programa, bibliografía, recursos materiales y sistemas de evaluación. En este sentido, un estudio más detallado de la evolución del número de alumnos matriculados de nuevo ingreso de las titulaciones de la Tabla 2 sería deseable. Asimismo, sería conveniente desarrollar un estudio detallado de los módulos, materias y asignaturas en términos de competencias, organización de las materias y asignaturas, contenidos, metodologías de aprendizaje-enseñanza, sistemas de evaluación y bibliografía, entre otros.

Referencias

Campuzano, F., Mula, J. (2011) *Supply Chain Simulation. A system dynamics approach for improving performance.* Ed. Springer.

Diez, M., Mula, J., Campuzano-Bolarin, F. (2014) Improvement of a distribution network of a direct sale cosmetics supply chain. *International Journal of Simulation Modelling* 13(1), 16-29.

Esteso, A., Mula, J., Campuzano-Bolarin, F., Alemany, M.M.E., Ortiz, A. (2019). Simulation to reallocate supply to committed orders under shortage. *International Journal of Production Research* 57(5), 1552-1570.

Mendoza, J.D., Mula, J., Campuzano-Bolarin, F. (2014) Using systems dynamics to evaluate the tradeoff among supply chain aggregate production planning policies. *International Journal of Production and Operations Management*, 34(8), 1055-1079.

Moreno, J.R., Mula, J., Campuzano-Bolarin, F. (2015) Increasing the equity of a flower supply chain by improving order management and supplier selection. *International Journal of Simulation Modelling* 14(2), A002, 201-214.

Mula, J., Campuzano-Bolarin, F., Díaz-Madroñero, M., Carpio, K.M. (2013) A system dynamics model for the supply chain procurement transport problem: Comparing spreadsheets, fuzzy programming and simulation approaches. *International Journal of Production Research* 51(13), 4087-4104.

Mula, J., Díaz-Madroñero., M., Poler, R. (2011). Configuración del Grado en Ingeniería de Organización Industrial en las universidades españolas. XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Barcelona.

Parra-Peña, J., Mula, J., Campuzano-Bolarín, F. (2012) A formulation for measuring the bullwhip effect with spreadsheets. *Dirección y Organización* 48, 29-33.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Uso de evaluación continua para incrementar la motivación del alumnado en asignaturas de Ingeniería

M. Jiménez-Rosado [a], V. Pérez-Puyana[b], A. Romero[b] C. Bengoechea[b] y M. Felix [a]
mjimenez42@us.es, vperez11@us.es, alromero@us.es, cbengoechea@us.es, mfelix@us.es

[a]Departamento de Ingeniería Química. Calle Virgen de África, 7, 41011, Sevilla, España [b]Departamento de Ingeniería Química. Calle Profesor García González, s/n, 41012, Sevilla, España

Abstract

The guided and evaluated learning at the end of the course is a vestige inherited from the old curricula. With the reduction of the number of students, as well as with the implementation of the new curricula, the teaching system has to be changed, turning towards a way in which the student is the main actor and the teacher carries out a continuous feedback (guided process). In the present reseach it has been shown that the continued work of students, with real problems associated with Engineering, allows the learning process to be carried out with a greater motivation and, therefore, involvement by the students, improving their academic performance.

Keywords: *guided learning; motivation; feedback; evaluation*

Resumen

El aprendizaje guiado y evaluado al final del curso es un vestigio heredado de los antiguos planes de estudios. Con la reducción del número de alumnos, así como con la implementación de los nuevos planes de estudio se hace necesario cambiar el sistema de enseñanza, virando hacia un modeo en el que el alumno sea el protagonísta y que el profesor lleve a cabo un proceso de retroalimentación (guiado) continuado. En el presente estudio queda demostrado que el trabajo continuo de los alumnos con problemas reales asociados a la Ingeniería permite que el proceso de aprendizaje lleve acarreado una mayor motivación y, por ende, implicación por parte de los estudiantes, mejorando el rendimiento de los mismos.

Palabras clave: *aprendizaje guiado; motivación; retroalimentación; evaluación*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

Tradicionalmente se ha considerado la educación como proceso en el que el gran protagonista era el docente, único portador y garante del conocimiento, y donde la relación comunicativa que se establecía en el aula era unidireccional. El profesorado realiza clases magistrales que consisten en una disertación de un tema delante de un alumnado que escucha pasivamente y que, como máximo, toma notas e interviene, ocasionalmente, cuando es interpelado (Gros y Romañá, 2004). Esta perspectiva educativa, parece que no corresponde a las demandas de la sociedad de nuestro tiempo ni, desde luego, se ajusta a los principios de construcción del conocimiento que está presente en el actual modelo educativo basado en el desarrollo de competencias. El ámbito universitario no puede quedar al margen de ese contexto, por lo que se impone cuestionar el actual rol del docente en la enseñanza superior, así como repensar de forma seria la docencia universitaria. En este sentido se plantea que el docente realice un giro significativo desde diferentes puntos de vista (pedagógico, epistemológico y psicosocial), en el que se haga indispensable la búsqueda de nuevas estrategias docentes que permitan a su vez mejorar la actitud/motivación del alumnado (Bolón et al., 2011). Concretamente en el área científico-técnica, Fernández-González (2013) opina que la enseñanza de Ciencias "supone un verdadero reto para el profesorado del que difícilmente sale airoso". De ahí la importancia por buscar métodos de enseñanza alternativos e innovadores que permitan una mayor motivación por parte del alumnado. Entre las diferentes metodologías de aprendizaje existentes, destacan aquellos que permiten al alumno jugar un papel activo en su aprendizaje. En este grupo encontramos aquellos en los que el alumno se convierte en un aprendiz intencional y reflexivo que aprende por observación y repetición (Prados et al., 2014). Sin embargo, el alumno no juega un papel tan principal como lo puede hacer en otros métodos de enseñanza como aquellos en los que destacan un aprendizaje participativo. En este aprendizaje, el alumno se convierte en un sujeto activo donde escucha activamente, opina, pregunta, sugiere, propone, decide, actúa, busca y expresa sus ideas e inquietudes. En este contexto el profesor actúa como guía/dinamizador del proceso (López, 2011). De hecho, según menciona un informe de la UNESCO (2014), el aprendizaje logra más eficazmente sus objetivos mediante los siguientes tipos de aprendizaje: participativo y colaborativo, basado en problemas, aquel con enfoque crítico (en ese orden de importancia de mayor a menor importante). El campo de la Ingeniería, debido a su carácter eminentemente aplicado, es propenso al desarrollo del proceso de aprendizaje significativo mediante la resolución de problemas cercanos a la realidad que faciliten el interés por parte del alumnado.

Desde este punto de partida, este trabajo presenta una experiencia a partir de la resolución de problemas reales asociados a la Ingeniería que permita el proceso de aprendizaje de manera continua y que suponga una mayor motivación e implicación por parte de los estudiantes.

2. Trabajos Relacionados

Muchos autores evidencian la importancia de implementar una evaluación continua, que permite llevar a cabo una evaluación sumativa con una mayor participación e interacción del

ISBN: 978-84-09-02970-9

alumno en el proceso de evaluación (Flores et al., 2014; Báscones et al., 2009; Llamas, 2012; Niculcara et al., 2009). Así, Llamas (2012) implementó una serie de ejercicios de consolidación de contenidos que el alumno tuvo que ir realizando y entregando a lo largo del curso. Por otro lado, Niculcara et al. (2009) planteó diversas simulaciones reales que los alumnos debían ir resolviendo conforme se avanzaba en el temario, fomentando la retroalimentación con los alumnos. No obstante, la mayoría de estos autores están de acuerdo de que este tipo de evaluación genera una carga docente mayor, llegando en algunos casos a ser incompatible con el resto de las actividades docentes e investigadoras que debe realizar el profesorado universitario (Llamas, 2012; Niculcara et al., 2013; Báscones et al. 2009). Por este motivo, la búsqueda de una metodología que permita llevar a cabo una evaluación continua del alumnado mediante la motivación del mismo y sin suponer una excesiva carga docente, como es la que se expone en este trabajo, es cada vez más recurrente.

3. Metodología

La metodología empleada ha estado centrada en situar al alumno como motor principal de su propio proceso de aprendizaje, adquiriendo un papel principal. Este tipo de estrategia ya ha demostrado ser apropiada en procesos de educación de primer y segundo ciclo (Grado y Máster) debido al grado de madurez y mayor autonomía que tienen estos alumnos en comparación con los de ciclos inferiores (Ruiz, 2006). Además, un aspecto fundamental de esta metodología ha sido fomentar la motivación tanto del estudiante como del docente implicado, con objeto de reforzar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Bacete y Betoret, 2000). Así, en el presente estudio, alumnos del Grado en Ingeniería Mecánica y del Grado en Química de la Universidad de Sevilla se sometieron a una evaluación alternativa mediante su participación en una serie de actividades voluntarias. Así, amén de llevar a cabo la evaluación tradicional mediante la realización de un único examen final, se desarrolló una evaluación alternativa de manera continua. Esta última permitió evaluar adicionalmente a los alumnos a través de una serie de pruebas a desarrollar durante el curso y de dos exámenes parciales, previos al examen final, lo que ofrece la posibilidad de aprobar la asignatura sin tener que acudir a este último. Los alumnos podían elegir esa evaluación continua siempre que cumplieran los siguientes requisitos: i) Tener una calificación de "Apto" en todas las pruebas anteriores a cada uno de los parciales y ii) haber asistido al 80% de las clases.

Con la imposición de estos requerimientos, se pretendía, por una parte, fomentar en los alumnos un interés real por la docencia impartida en el curso, así como, por otra parte, aumentar el número de consultas en tutoría llevada a cabo por parte de los alumnos. Además, los docentes también verían incrementada su motivación, ya que aumentaría tanto la participación activa del alumnado en las aulas como el seguimiento de la asignatura, llevando consigo un incremento del rendimiento del alumnado. En este punto habría que remarcar que con anterioridad ya se habían utilizado diversas metodologías, que tenían como objetivo disminuir el absentismo por parte de los alumnos en niveles post-obligatorios, así como fomentar el trabajo continuado de los mismos, sin resultados satisfactorios. La evaluación de la actividad se llevó a cabo mediante una encuesta de satisfacción llevada a cabo a los alumnos, así como

ISBN: 978-84-09-02970-9

mediante un análisis llevado a cabo con dos muestras de población, una que siguió la evaluación alternativa y otra que no lo hizo. El análisis de los resultados se llevó a cabo teniendo en cuenta las características de ambas poblaciones, así como el porcentaje de éxito de cada una de ellas. Finalmente, cabría la pena destacar que esta metodología pretende responder a la diversidad de los estudiantes empleando una evaluación alternativa a la tradicional, así como llevando a cabo un seguimiento más personalizado de los estudiantes. Ambos requerimientos están de acuerdon con las demandas llevadas a cabo recientemente por la UNESCO (Elfert, 2017).

4. Resultados

La actividad es voluntaria por lo que es relevante que esta metodología tenga éxito entre los estudiantes ya que, en caso contrario, dicha actividad puede llegar a tener más perjuicios que beneficios, al menoscabar la motivación tanto del alumnado como del docente, que pueden ver como sus respectivos esfuerzos empleados son en vano (Alfalla-Luque et al., 2011). La Figura 1A muestra el porcentaje de seguimiento de la metodoloía propuesta en función del Grado (Ingeniería Mecánica o Química) de los alumnos.

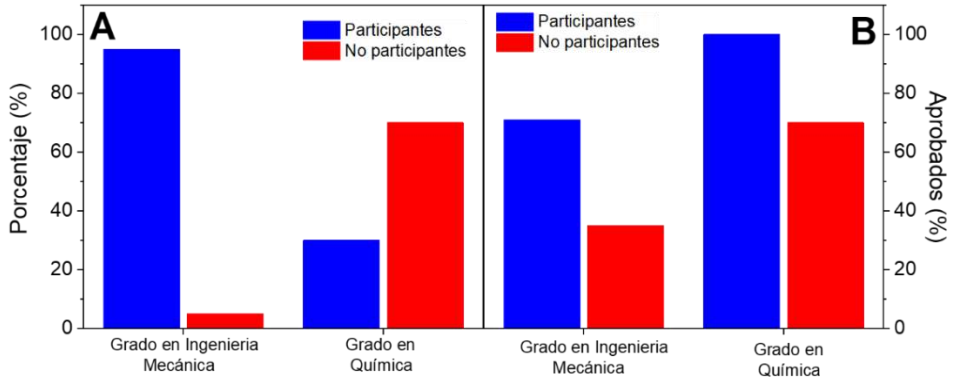


Figura 1. Porcentaje de participación (A) y aprobados (B) según el seguimiento o no de la actividad

El porcentaje de seguimiento varía considerablemente en función del grado donde se aplique, obteniendo un porcentaje de participación en el Grado en Ingeniería notoriamente más elevado que en el Grado en Química (95% vs. 30%). Esta diferencia puede deberse a la asignatura donde se realizó el estudio. En el primero de los casos, la experiencia se llevó a cabo en la asignatura Química General, que se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso de la titulación. En este caso los alumos están más habituados a un aprendizaje guiado (más típico en niveles obligatorios y bachillerato), por lo que la acogida de este tipo de experiencias puede ser más fácil. Sin embargo, los alumnos analizados del Grado en Química estaban cursando la asignatura Redacción y Ejecución de Proyectos, del último curso de la titulación. En este caso, la madurez de los alumnos es mayor, estando más habituados a una enseñanza más independiente, donde el papel del profesor como motor principal del aprendizaje es menos destacado. En este sentido, algunos autores ya han señalado que, debido a que en niveles

ISBN: 978-84-09-02970-9

post-obligatorios los alumnos tienen una mayor independencia en su proceso de aprendizaje, éstos son responsables de su propio progreso (Hills, 1976).

No obstante, no hay que confundir el seguimiento de la actividad con el éxito del curso, por lo que se ha analizado la relación existente entre el porcentaje de estudiantes que han superado la asignatura y aquellos que han seguido la evaluación alternativa a través del desarrollo de las actividades propuestas (Figura 1B). Como puede observarse, el porcentaje de aprobados en la asignatura es claramente superior entre los alumnos que han participado en el desarrollo de actividades. Esta casuística puede encontrarse tanto en el Grado en Ingeniería Mecánica como en el Grado en Química, mostrando una diferencia entre aprobados del 36 y 30%, respectivamente. Estos resultados vendrían a soportar la hipotesis de que los estudiantes que han seguido la metodología propuesta tienen una mayor tasa de éxito. Sin embargo, este análisis no llega a explicar los motivos por los que estos estudiantes tienen una mayor tasa de éxito. Así, este éxito no podría atribuirse únicamente a la metodología empleada, sino que habría que tener en cuenta otros factores. En este punto, habría que tener en cuenta que los estudiantes que han seguido esta metodología por lo general son más responsables y se preocupan de su aprendizaje, hecho por el cual han participado en la actividad, pero además también su trabajo en casa es mayor, lo que provoca que la tasa de éxito también sea mayor. Con esto cabría concluir que los alumnos que tienen unos buenos hábitos de estudios participan en mayor medida en la actividad, y este hecho también hace que su tasa de éxito sea mayor, independientemente de su participación en la actividad (Pérez y Barberis, 2005). Así, con el fin de establecer una relación entre los participantes en la actividad y la tasa de aprobados se ha determinado el porcentaje de alumos participantes y aprobados. Así, el 85,0 ± 14,5 de los participantes en la metodología propuesta aprobaron, mientras que el 52,0 ± 17,5 de los no participantes aprobaron. Teniendo en cuenta estos resultados, puede observarse que existe una relación directa entre la participación en la actividad y el mayor número de aprobados, si bien es cierto que el porcentaje de participación depende altamente de la titulación analizada (i.e. alto valor de desviación estándar). Esta relación ya se ha encontrado anterioremente en otras metodologías, donde se habían empleado problemas para incrementar la comprensión de la asignatura empleando una metodología basada en problemas (Sobek y Jain, 2004).

Por otra parte, para seguir analizando el compromiso de los alumnos con la actividad propuesta, la Figura 2 muestra el porcentaje de aprobados de cada una de los exámenes previos a los exámenes parciales (que tienen calificación de apto/no apto). Como puede observase, el porcentaje de aprobados en cada una de las pruebas es bastante elevado en ambas titulaciones, siendo del 100% en los alumnos del Grado en Química. Esta diferencia de porcentaje puede deberse a que, como se había comentado anteriormente, los alumnos del Grado en Quimica tienen una mayor madurez, lo que hace que estén más comprometidos con ella, a pesar de que el índice de participación en la evaluación alternativa fuera inferior. Además, en este punto cabría destacar que, como la actividad tiene un carácter inclusivo, los alumnos que obtuvieron la calificación de "No apto" no fueron invalidados para la evaluación por parciales, sino que se les propuso la realización de problemas adicionales personalizados en función de los fallos cometidos anteriormente para su análisis y posterior entrega al profesor.

ISBN: 978-84-09-02970-9

De este modo, se pretende el cumplimiento de uno de los objetivos marcados, esto es, el seguimiento de la asignatura por parte del alumnado de forma continuada durante el curso, sin apartarlos del proceso de aprendizaje continuo. No obstante, para analizar en mayor profundidad la relación existente entre el porcentaje de participantes en la actividad y el de aprobados, habría que analizar los datos de convocatorias anteriores sin la realización de la actividad. En este sentido, la media de aprobados en el curso anterior fue del 42 %, inferior a la del curso actual, lo que confirmaría que en este caso existe una relación entre la participación en la actividad y el índice de aprobados. Finalmente, con el fin de valorar la contribución que ha tenido la actividad propuesta a la motivación del alumno, la Figura 3 muestra la puntuación obtenida en función de alumnos participantes (A) y no participantes (B) para cada una de las siguiente preguntas: 1) ¿Encontró interesante la evaluación continua?; 2) ¿Mejoró tu motivación con respecto a la asignatura?; 3) ¿Considera útil la metodología?; 4)¿Volvería a repetir la metodología?; y 5) Clasificación global de la metodología seguida.

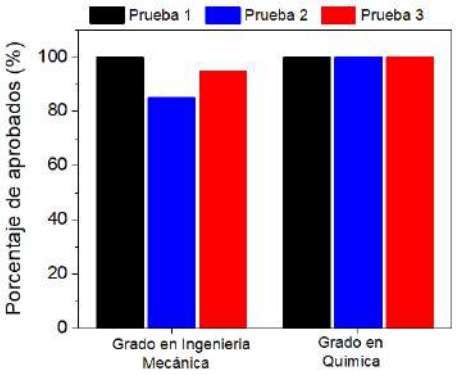


Figura 2. Relación de aprobados para cada una de las pruebas

Según los datos mostrados en la Figura 3, los estudiantes que participaron en la actividad la encontraron positiva, y les ayudó al seguimiento de la misma. Además, volverían a participar de nuevo en la misma. Por el contrario, los alumnos que no participaron en la actividad probablemente no lo hicieron por no encontrarla interesante la actividad, además que, como cabe esperar, no les ayudó a aprobar la asignatura. No obstante, en este punto cabe destacar que las puntuaciones más altas se obtuvieron para los apartados clasificación global de la metodología seguida y a si volverían a repetir la metodología, lo que indica que algunos de estos alumnos estarían dispuestos a participar en ella en futuros años. Como dato característico, la pregunta 3, obtuvo una puntuación elevada para los alumnos del Grado en Química, lo que vendría a confirmar que debido a la madurez que estos estudiantes poseen, aunque consideren útil la actividad, no particparon probablemente porque están habituados a otro tipo de aprendizaje, ya que son alumnos de cuarto curso de la titulación, y experiencias como estas son escasas en la misma.

ISBN: 978-84-09-02970-9

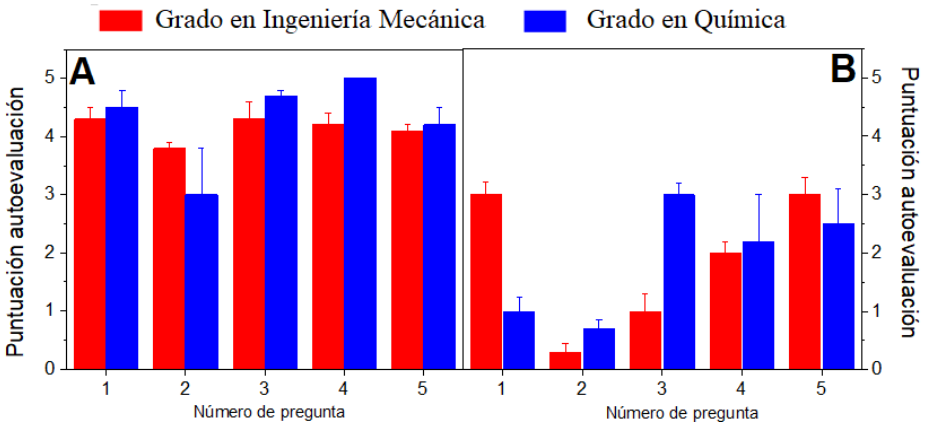


Figura 3. Relación de aprobados para cada una de las pruebas: alumnos participantes (A) y no participantes (B) en la evaluación alternativa

5. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta experiencia puede afirmarse que existen metodologías alternativas que permiten incrementar la participación y la motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, con la metodología propuesta se consiguió que un amplio número de alumnos siguieran una metodología basada en el trabajo continuo del alumnado para alcanzar las competencias y las habilidades requeridas, lo que desembocó en un mayor desempeño de los mismos. No obstante, hay que señalar que los alumnos que están más habituados a un aprendizaje guiado presentan mejor acogida de este tipo de experiencias. No obstante, la realización de esta actividad tuvo de manera general una valoración positiva por parte de los estudiantes participantes, mientras que los no participantes pudieron verla como una posibilidad de participación en el futuro.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha llevado a cabo en el marco de la ayuda 1.2.3 del III Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla, siendo todos los autores beneficiarios de la misma.

Referencias

Alfalla-Luque R., Medina-López C., Arenas-Márquez, F. J. (2011). Mejorando la formación en Dirección de Operaciones: la visión del estudiante y su respuesta ante diferentes metodologías docentes.*Cuadernos de Economía y Dirección de La Empresa*, *14* (1), 40–52.

Bacete F. J. G., Betoret, F. D. (2000). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista Española de Motivación y Emoción*, *1* (11), 55–65.

Báscones I.S., Barreiro C.P., Monés A. M., Marcos B.M., Martín J.M., Velázquez M.F., González M. L. G., Manso G. A. (2009). Compartiendo experiencias en GREIDI: DAFO de evaluación continua en Ingeniería. *17 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

Bolon I. A., Cuahonte L. C., Chang E. (2011). La Metodología Participativa en el aula, una estrategia para promover proyectos sustentables: Caso: Estructura Social Para Innovar Acciones Sustentables (ESPIAS). *11º Congreso Internacional. Retos y Expectativas de la Universidad*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Elfert, M. (2017). *UNESCO's Utopia of Lifelong Learning: An Intellectual History*. Taylor & Francis. Ed. New York.

Fernández-González M. (2013). La formulación química en la formación inicial del profesorado: concepciones y propuestas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *10*, 678-693.

Flores M. R., Elizondo J. A. C., Rangel M. I. D. (2014). La formación integral del estudiantado de ingeniería a través de la educación continua. *Revista Electrónica Educara, 18*, 77-96.

Gros B., Romañá T. (2004). *Ser profesor*. Ed. Octaedro Ed. ICE Universidad de Barcelona. 128, 148 pp.

Hills P. (1976). *The Self-Teaching Process in Higher Education*. Routledge. Ed. London.

Llamas M. (2012). Una experiencia de evaluación continua en la ETSIT: nuevos costes para el profesor. *IEEE-RITA, 7*, 46-52.

López J. I. (2011). Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias. *Revista de Educación, 356*, 279-301.

Niculcara C., Fernández, J., Villara S.G., Oliver L.C., López L.D., Benítez M.G. (2009). Metodología de diseño de proyectos de Ingeniería Química a partir del formento del aprendizaje cooperativo. *Afinidad, 66*, 7-14.

Pérez V. M. O., Barberis, L. T. (2005). Análisis de los hábitos de estudio en una muestra de alumnos universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación*, *36* (7), 1–9.

Prados M.M., Reina M.C., Del Rey R. (2014). Principales modelos teóricos ante los procesos de enseñanzaaprendizaje. *Manual de Psicología de la Educación para docentes de Educación Infantil y Primaria*. Pirámide Ed. Madrid. 19 pp.

Ruiz M. R. G. (2006). Las competencias de los alumnos universitarios. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, *20* (3), 253–269.

Sobek D. K., Jain, V. K. (2004). The engineering problem-solving process: good for students? *Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition.* 1331 pp.

UNESCO (2014). Shaping the Futurre We Want. Un Decade of Education for Sustainable Development (2005-14).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Relaciones entre las Competencias Matemáticas en el Programa PISA de la OCDE y las Competencias Transversales en el ámbito de la Universitat Politècnica de València

B. Cantó [a], R. Cantó [a] y A.M. Urbano[b]
bcanto@mat.upv.es; rcanto@mat.upv.es; amurbano@mat.upv.es

[a]Universitat Politècnica de València, Escola Politècnica Superior d'Alcoi, Plaza Ferrándiz y Carbonell, nº2, 03801, Alcoy, España
[b] Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46071, Valencia, España

Abstract

In this paper we present the mathematical competences reflected in the Programme for International Student Assessment (PISA) of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). The main objective of this program is to evaluate education systems worldwide in order to give information to the countries that allows them to make decisions to improve educational levels and to prepare young people to live in today's society.

On the other hand, the Universitat Politècnica de València (UPV) has introduced a program for students to develop transversal competences while they are studying at the University, and its objective is to prepare students for the world work.

Students who start their degree studies at the UPV have basic subjects that include Mathematics. For this reason we want to relate the mathematical competences acquired in the previous educational systems to the transversal competences of the UPV applied to Mathematics, in order to know the similarity between both and their approach to facilitate the acquisition by the students through their academic formation.

Keywords: *OCDE, PISA programme, transversal competences UPV, mathematical competences.*

Resumen

ISBN: 978-84-09-02970-9

En este trabajo presentamos las competencias matemáticas reflejadas en el Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA) de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). El objetivo principal de este programa es evaluar los sistemas de educación de todo el mundo con el fin de proporcionar información a los países, que les permita tomar decisiones para mejorar los niveles educativos y para preparar a los jóvenes para vivir en la sociedad actual.

Por otra parte, la Universitat Politècnica de València (UPV) ha puesto en marcha un programa para que sus estudiantes adquieran unas competencias transversales mientras desarrollan sus estudios en la Universidad y su objetivo es preparar a los estudiantes para el mundo laboral.

Los estudiantes que empiezan sus estudios de grado en la UPV tienen asignaturas de formación básica que incluyen la materia Matemáticas. Por ello, pretendemos relacionar las competencias matemáticas adquiridas en los sistemas educativos anteriores, con las competencias transversales de la UPV aplicadas a la materia Matemáticas, con el fin de conocer la similitud entre ambas y su acercamiento para facilitar la adquisición por parte de los alumnos a lo largo de su formación académica.

Palabras clave: *OCDE, programa PISA, competencias transversales UPV, competencias matemáticas.*

1. El programa PISA de la OCDE

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), es un organismo internacional de carácter intergubernamental, que se fundó en 1961 y que actualmente agrupa a 37 países, cuya misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo. Su trabajo se centra en el análisis del desarrollo económico y social, y por eso su estudio abarca tanto a las políticas económicas que se aplican en diferentes países como a las cuestiones sociales, medioambientales, de salud, comercio, educación, etc. (véase OCDE, 2017).

En los países de la OCDE a nivel de educación es esencial medir la innovación para mejorar la calidad del sistema educativo. Necesitamos examinar cómo la metodología docente está cambiando dentro del aula y en los centros educativos, y cómo los estudiantes usan los recursos de aprendizaje. En el libro "Medición de la innovación en la educación 2019" (Vicent-Lancrin, 2019), se examina lo que ha cambiado o no para los estudiantes en la última década en los sistemas educativos de la OCDE. Se han revisado al menos 150 prácticas educativas en las áreas de matemáticas, lectura y competencia científica, buscando respuestas a preguntas del tipo ¿se ha extendido el uso de la tecnología? ¿todavía se les pide a los alumnos que memoricen hechos y procedimientos? ¿las evaluaciones se han vuelto más importantes en las

ISBN: 978-84-09-02970-9

prácticas pedagógicas actuales? ¿los profesores consiguen que los estudiantes se involucren cada vez más en las actividades de aprendizaje?

Dentro del ámbito de la educación, la OCDE desarrolló en el año 2003 (Rico Romero, 2004) el programa PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Alumnos). Este programa se ha mejorado en 2015 y su objetivo principal consiste en proporcionar información sobre el nivel educativo de los estudiantes, que permita a los países miembros adoptar decisiones y políticas públicas necesarias para mejorarlo. Esta información se obtiene a partir de una evaluación en las materias matemáticas, lectura y competencia científica, que se realiza a los alumnos cuando llegan al final de la etapa de enseñanza obligatoria, que es cuando los alumnos deciden continuar en el bachillerato, en un ciclo formativo o integrarse en la vida laboral.

Es conocido que para el aprendizaje escolar es importante adquirir conocimientos específicos, pero su aplicación en la vida cotidiana depende de la adquisición de otras habilidades. Es por ello que el programa PISA no está diseñado para evaluar el aprendizaje de los contenidos fijados en los programas de las asignaturas, sino que se basa en evaluar competencias específicas de lectura, matemáticas y ciencia. Por tanto, la evaluación de competencias por el programa PISA trata de estudiar la adquisición, por parte de los alumnos, de ciertas capacidades, habilidades y aptitudes, que les permiten desenvolverse con normalidad en la vida actual, tales como la competencia comunicativa, las de colaboración o de creatividad, etc.

2. La competencia matemática

Dentro del informe PISA, la competencia matemática implica la capacidad de un individuo de identificar y entender el papel de las matemáticas en el mundo. El dominio sobre esta competencia se denomina alfabetización matemática y se refiere a la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar eficazmente cuando se usan las matemáticas para resolver problemas de la vida cotidiana.

La definición de la competencia matemática de PISA 2015 es la siguiente (OCDE, 2017): "*La competencia matemática es la capacidad del individuo para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos. Incluye razonar matemáticamente y utilizar conceptos, procedimientos, herramientas y hechos matemáticos para describir, explicar y predecir fenómenos. Esto ayuda a las personas a reconocer la presencia de las matemáticas en el mundo y a emitir juicios y decisiones bien fundamentados que necesitan los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos*."

Con el fin de obtener esta competencia se distinguen dos fases: la primera que implica convertir los problemas de la vida real en problemas matemáticos, denominada *matematización horizontal*; la segunda que implica resolver el problema, interpretar los resultados con actitud crítica y validar el proceso completo, denominada *matematización vertical* (ver figura 1).

ISBN: 978-84-09-02970-9

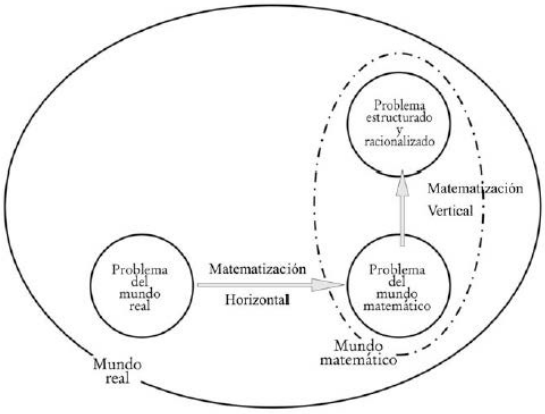


Figura 1. Proceso de matematización

Cuando se concluyen las dos fases, los estudiantes deben saber comunicar el proceso y la solución y criticar el modelo y sus límites.

El desarrollo de esta competencia se divide en las siguientes competencias específicas:

- ✓ Co-1. Pensar y razonar. Incluye la capacidad de plantear cuestiones propias de las matemáticas (¿cuántas hay? ¿cómo encontrarlo? ...) y conocer los tipos de respuestas que las matemáticas ofrecen a dichas cuestiones, distinguir entre diferentes tipos de enunciados (proposición, teorema, lema, definición, ejemplos, hipótesis, etc.) y entender y utilizar los conceptos matemáticos en su extensión y conociendo sus límites.
- ✓ Co-2. Argumentar. Incluye distinguir entre diferentes tipos de razonamiento matemático, disponer de sentido para la heurística y crear y expresar argumentos matemáticos.
- ✓ Co-3. Comunicar. Incluye la capacidad de expresarse sobre temas de contenido matemático y de entender enunciados de otras personas, ambas de manera oral y escrita.
- ✓ Co-4. Modelar. Incluye la estructuración de lo que va a modelarse, pasar del proceso real al modelo matemático, interpretar el modelo matemático en términos reales, trabajar con él, reflexionar, analizar y criticar el modelo matemático y sus resultados, comunicar acerca del modelo y de sus resultados y dirigir y controlar el proceso de modelización.
- ✓ Co-5. Plantear y resolver problemas. Incluye la capacidad de plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (ya sean aplicados o no, de respuesta abierta o no, etc.) y resolver los problemas matemáticos planteados por diversidad de vías.
- ✓ Co-6. Representar. Incluye la capacidad de decodificar, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones e interrelacionar las distintas representaciones, y escoger y relacionar distintas formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito.
- ✓ Co-7. Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones. Incluye las capacidades de decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y entender sus re-

ISBN: 978-84-09-02970-9

laciones con el lenguaje natural, pasar del lenguaje natural al lenguaje simbólico y formal, manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas y utilizar variables, resolver las ecuaciones y comprender los cálculos.

- ✓ Co-8. Usar herramientas y recursos. Implica usar recursos y herramientas familiares en contextos, modos y situaciones que son distintos del uso con el que fueron presentados.

Estas competencias específicas tienen 6 niveles de dominio: el nivel 1, donde los estudiantes pueden contestar preguntas que contienen toda la información relevante; el nivel 2 donde los alumnos saben interpretar y reconocer situaciones muy claras; el nivel 3 cuyos estudiantes son capaces de ejecutar tareas y procedimientos descritos con claridad; el nivel 4 en el que los estudiantes saben trabajar con modelos explícitos para situaciones concretas; el nivel 5 donde los estudiantes desarrollan y trabajan modelos para situaciones complejas; y finalmente el nivel 6 donde los estudiantes son capaces de utilizar información basada en lo que han investigado, tratarla, generalizarla y resolver problemas complejos.

Estas competencias se pueden relacionar con las competencias de bachillerato, CB, (Ministerio de Educación, 2010): la CB-1 "Versado en modelación de problemas" corresponde a Co-1; la CB-2 "Dispone de herramientas matemáticas diversas" corresponde a Co-4 y Co-8; la CB-3 "Habilidad para para interpretar y comunicar las soluciones o resultados" corresponde a Co-2 y Co-3; la CB-4 "Sabe validar con argumentos las soluciones" corresponde a Co-2; la CB-5 "Versado en modelación causal de situaciones reales" corresponde a Co-4 y Co-6; la CB-6 "Dispone de métodos diversos de medición de variables", corresponde a Co-5; la CB-7 "Capaz de elegir el tipo de modelo más adecuado" corresponde a Co-5 y la CB-8 "Domina el lenguaje matemático" corresponde a la Co-7.

3. Las competencias transversales de la Universitat Politècnica de València

El proyecto de las competencias transversales de la Universitat Politècnica de València forma parte del plan estratégico UPV2020 y tiene como objetivo lograr que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para que puedan incorporarse sin problemas en el mundo laboral. Estas competencias difieren de las competencias generales y específicas de un grado (Cano, 2018) y son trece (UPV, 2015):

- ➢ CT-01. Comprensión e integración. Demostrar la comprensión y la integración del conocimiento tanto de la especialización propia como en otros contextos más amplios.
- ➢ CT-02. Aplicación y pensamiento práctico. 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.
- ➢ CT-03. Análisis y resolución de problemas. Analizar y resolver problemas de forma efectiva, identificando y definiendo los elementos significativos que los constituyen.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- CT-04. Innovación, creatividad y emprendimiento. Innovar para responder satisfactoriamente y de forma original a las necesidades y demandas personales, organizativas y sociales con una actitud emprendedora.
- CT-05. Diseño y proyecto. Diseñar, dirigir y evaluar una idea de manera eficaz hasta concretarla en un proyecto.
- CT-06. Trabajo en equipo y liderazgo. Trabajar y liderar en equipos de forma efectiva para la consecución de objetivos comunes, contribuyendo al desarrollo personal y profesional de los mismos.
- CT-07. Responsabilidad ética, medioambiental y profesional. Actuar con responsabilidad ética, medioambiental y profesional ante uno mismo y los demás.
- CT-08. Comunicación efectiva. Comunicarse de manera efectiva, tanto de forma oral como escrita, utilizando adecuadamente los recursos necesarios y adaptándose a las características de la situación y de la audiencia.
- CT-09. Pensamiento crítico. Desarrollar un pensamiento crítico interesándose por los fundamentos en los que se asientan las ideas, acciones y juicios, tanto propios como ajenos.
- CT-10. Conocimiento de problemas contemporáneos. Identificar e interpretar los problemas contemporáneos en su campo de especialización, así como en otros campos del conocimiento, prestando especial atención a los aspectos relacionados con la sostenibilidad.
- CT-11. Aprendizaje permanente. Utilizar el aprendizaje de manera estratégica, autónoma y flexible, a lo largo de toda la vida, en función del objetivo perseguido.
- CT-12. Planificación y gestión del tiempo. Planificar adecuadamente el tiempo disponible y programar las actividades necesarias para alcanzar los objetivos, tanto académico-profesionales como personales.
- CT-13. Instrumentación específica. Utilizar las técnicas, las habilidades y las herramientas actualizadas necesarias para la práctica de la profesión.

Cada competencia transversal tiene 3 niveles de dominio. El nivel 1 corresponde a los dos primeros cursos del grado que se esté cursando y en este caso, el estudiante sabe describir, relacionar e interpretar situaciones y planteamientos sencillos; el nivel 2 se desarrolla en los cursos tercero, cuarto y en la realización y defensa del trabajo final de grado y en este caso el estudiante procede con lógica y sabe relacionar e integrar conceptos en situaciones complejas. Por último, el nivel 3 corresponde a los cursos de máster y al trabajo final de máster, y en este caso el estudiante sabe identificar las carencias de información y utiliza el conocimiento con un enfoque globalizador.

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Concordancia entre las competencias matemáticas del programa PISA y las competencias transversales de la Universitat Politècnica de València

Cuando se observan los apartados anteriores se puede concluir que hay una cierta relación entre la competencia matemática de PISA y las competencias transversales de la UPV. Estas últimas se van adquiriendo en las distintas asignaturas de cada grado y máster universitarios. Para ello, la UPV establece que determinadas asignaturas sean punto de control de alguna de las competencias transversales que se desarrollan en esta Universidad. Ser punto de control supone desarrollar en los contenidos de la asignatura actividades que potencien las habilidades de cada competencia y permitan su evaluación.

Las asignaturas que pertenecen al área de matemáticas en los grados universitarios se encuentran generalmente en los cursos de primero y segundo, es decir, son el primer contacto que tienen los alumnos de bachillerato y de ciclos formativos con la Universidad. Es por ello que en este trabajo se ha planteado establecer una correlación entre las competencias desarrolladas antes de la Universidad y las que se desarrollan en la misma. Parece lógico que las últimas puedan continuar con el trabajo desarrollado por las primeras, de manera que el curriculum a nivel de competencias por parte del alumno sea lo más completo posible.

Una vez analizadas y desarrolladas tanto las competencias específicas (CE) que aparecen en el programa PISA como los puntos de control (PC) de la UPV, las concordancias obtenidas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Concordancia entre las CE y los PC

	Co-1	Co-2	Co-3	Co-4	Co-5	Co-6	Co-7	Co-8
CT-01	x							
CT-02		x		x			x	
CT-03					x		x	
CT-06								
CT-08			x					
CT-09						X		
CT-12								
CT-13								x

Como se observa en la Tabla 1, CT- 01 Comprensión e integración y Co-1 Pensar y razonar están relacionadas, ya que en ambas se pretende que el alumno sea capaz de plantear cuestiones y comprender los conceptos necesarios para resolverlas. La competencia CT-02 Aplicación y pensamiento práctico está relacionada con Co-2 Argumentar, Co-4 Modelar y Co-7 Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones, ya que aplicar los conocimientos teóricos en la Universidad incluye diferenciar los distintos tipos de razonamiento, la estructuración de lo que va a modelarse y el uso y la interpretación del lenguaje simbólico.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La CT-03 Análisis y resolución de problemas está muy relacionada con Co-5 Plantear y resolver problemas y con Co-7 Utilizar el lenguaje simbólico. Obsérvese en la tabla que la competencia Co-3 Comunicar se extiende en la UPV a través de CT-08 Comunicación efectiva. Lo mismo ocurre con Co-6 Representar, pues al incluir la capacidad de interpretar y escoger, cuando se traslada al ámbito universitario se transforma en CT-09 Pensamiento crítico. Por último, CT-13 Instrumentación específica y Co-8 Usar herramientas y recursos implica el uso de técnicas, recursos, herramientas y habilidades y estas competencias se desarrollan tanto a nivel preuniversitario como a nivel universitario.

Cabe destacar que en la tabla aparecen las competencias CT-06 Trabajo en equipo y liderazgo y CT-12 Planificación y gestión del tiempo. Estas competencias se desarrollan en las asignaturas de matemáticas de la UPV, pero según el informe PISA estas mismas competencias se encuadran dentro de la competencia ciencias que aparece en su programa. No obstante, se han reflejado en la tabla porque son competencias importantes que los alumnos debes adquirir a lo largo de su formación.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha pretendido relacionar la competencia matemática del Programa PISA de la OCDE, las competencias de bachillerato en materia matemáticas y las competencias transversales de la UPV y se ha llegado a la conclusión que sí que existe relación entre ellas. Este hecho es muy positivo de cara a que los jóvenes de la sociedad actual adquieran unos conocimientos de matemáticas básicos para desarrollarse en su vida cotidiana y que estos conocimientos se afiancen a lo largo de toda su vida de estudiante hasta la última etapa que sería la de un Máster Universitario.

Referencias

Cano, E., Fabregat J. y Oliver F. J. (2018). Competencias genéricas en la universidad. Barcelona: LMI. (Colección Transmedia XXI). Recuperado de http://www.lmi.ub.es/transmedia21

Ministerio de Educación, Gobierno de España (2010). Competencias matemáticas. Instrumentos para las Ciencias Sociales y Naturales. Madrid. 21pp.

OCDE (2017). El programa PISA de la OCDE, ¿qué es y para qué sirve? Ed. OCDE. París. 32 pp.

Rico Romero, L. (2004). Evaluación de competencias matemáticas. Proyecto PISA/OCDE 2003. Actas del VIII Simposio de la SEIEM. A Coruña. 13 pp.

Universitat Politècnica de València (2015). Competencias transversales. Ed. UPV. Valencia, 95 pp.

Vicent-Lancrin, S., et al. (2019). Measuring innovation in Education 2019: What has changed in the classroom? Educational Research and Innovation, OECD Publishing, París.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Análisis organizativo de las paradojas de la evaluación de la calidad universitaria

Irene Martrín Rubio [a], José Antonio Lozano Ruiz [a]
Irene.mrubio@upm.es
Joseantonio.lozano@upm.es

[a] Ronda de Valencia, 3- ETSIDI –UPM - 28012 Madrid

Abstract

Quality is defined from objective quantitative data and subjective interpretations. Adding the notion of a "paradox" in the audit means emphasizing the apparently inconceivable or contradictory idea that the integrated agents can change the university structures that provide their own confirmation as interlocutors in achieving objectives with great scarcity of resources. Our work encourages to understand tensions as a paradox that offers opportunities to improve performance with fewer resources and more quality through the integration of contradictory elements. Such complex thinking allows people (profesors, lecturers, resarchers and administrative staff) to draw distinctions between different elements that they will integrate to achieve greater efficiency and innovation.

Keywords: *university quality, paradox, tensions, audits*

Resumen

La calidad está definida desde datos cuantitativos objetivos e interpretaciones subjetivas. Agregar la noción de una "paradoja" en la auditoría significa enfatizar la idea aparentemente inconcebible o contradictoria de que los agentes integrados pueden cambiar las estructuras universitarias que proporcionan su propia confirmación como interlocutores en el logro de objetivos con gran escasez de recursos. Nuestro trabajo fomenta la comprensión de las tensiones como una paradoja que ofrece oportunidades para mejorar el desempeño con menos recursos y más calidad a través de la integración de elementos contradictorios. Tal pensamiento complejo permite a las personas (PDI y PAS) establecer distinciones entre diferentes elementos que van a integrar para conseguir una mayor eficiencia e innovación.

Palabras clave: *calidad universitaria, paradoja, tensiones, auditorías*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

La educación universitaria en la economía globalizada de hoy está expuesta a muchos desafíos, empezando por la creciente presión para mejorar la garantía de calidad de todos sus procesos. La calidad posee múltiples dimensiones, visiones e interpretaciones. Pero el problema no consiste en buscar una nueva definición de calidad, pues ya existen muchas en la literatura actual, sino en comprender su impacto en su entorno organizativo y social. El grado de pertinencia social de un programa o institución se mide por el impacto social que genera, por el flujo de repercusiones y de transformaciones de sentido que se producen objetivamente en la sociedad de su entorno, presumiblemente como efecto del cúmulo de contribuciones que realiza dicho programa (Aguilá, 2014).

1.1 Sistemas de Evaluación de la Calidad Universitaria

Hay varias formas de evaluar la calidad en la educación superior, entre otras, a través de rankings y agencias de calidad (nacionales, regionales y sellos de calidad). En ambos casos se utilizan distintas metodologías para medir la calidad docente, y sobre todo en el caso de los rankings se utilizan indicadores que intentan medir la complejidad de la calidad docente y el aprendizaje de forma puramente cuantitativa para poder hacer comparaciones entre instituciones de educación superior (Bengoetxea ,2016).

Cabe destacar que en cuanto a la medición de la excelencia no hay teoría científica que defina qué es la mejor universidad, y, respecto a los rankings, tampoco hay autoridades que definan sus reglas de juego (Aguilá, 2014, Bengoetxea ,2016 Marek, 2014).

2. La paradoja de las medidas en las auditorías en los procesos de cambio.

El rápido desarrollo de la educación superior en los últimos años, conlleva el desarrollo de sus procesos de auditoría y calidad para facilitar cambios en su autonomía, transparencia en sus actividades, empleo futuro de los graduados en puestos de trabajo, gestión del emprendimiento y la innovación, entre otros. Todos estos esfuerzos están fuertemente influenciados por el requisito natural de demostrar la calidad de todas actividades realizadas por las universidades, por ejemplo: alcance, nivel y calidad de la educación proporcionada, calidad de la administración, grado de cooperación con el entorno, nivel de sus graduados, y resultados de su investigación.

Es importante señalar que el campo conceptual de la calidad está definido por dos posturas importantes: la calidad desde el punto de vista objetivo y la calidad desde lo subjetivo. El primero, se relaciona con lo cuantificable, verificable con algún estándar, y desde lo subjetivo, la calidad se refiere al valor e interpretaciones que los actores universitarios realizan sobre dichos datos y procesos, según su percepción de la realidad universitaria (Aguilá, 2014, Bengoetxea,2016, Marek, 2014).

ISBN: 978-84-09-02970-9

La gestión de la calidad de la universidad en un entorno turbulento es cada vez más compleja al considerar los efectos de la voz de las asociaciones de estudiantes dentro del maro jurídico y de la gestión profesional de dichos grupos. Una gestión no adecuada de diferentes intereses y problemas de calidad en la universidad puede generar tensiones y repercusiones en la satisfacción emocional y en el estado cognitivo de las trabajadores implicados, pudiendo producirse fenónemos de desmotivación y mayor inestabilidad social (Martín Rubio et al. 2018).

Agregar la noción de una "paradoja" significa enfatizar la idea aparentemente inconcebible o contradictoria de que los agentes integrados en la universidad pueden cambiar sus estructuras bajo las mismas condiciones de su propia consideración como interlocutores (Englund, 2018).

2.1 Agentes y paradoja en el análisis de las auditorías universitarias.

Para ofrecer un modelo, que represente un marco de análisis de la paradoja de las medida de las auditorías en los procesos de mejora continua y cambio, integramos teorías e investigaciones que provienen de diferentes ámbitos a través de la teoría de los agentes en las organizaciones. Partimos de la consideración de los diferentes grupos de poder que participan en la universidad :

1- Estudiantes y sus asociaciones.
2- PDI (Personal Docente e Investigador) y sus representantes (Juntas, Comites, sindicatos). Se puede considerar un grupo diferente a los investigadores que firman contratos dentro de proyectos de investigación.
3- PAS (Personal de Administración y servicios) y sus representantes (Juntas, Comités, sindicatos).
4- Cargos unipersonales y órganos colegiados que participan en la dirección de los centros y rectorado. Son PDI que con sus cargos representan a la universidad ya que tienen ciertas responsabilidades.
5- Servicios externos : personal de limpieza, cafetería, reprografía (cuando es externo) y otros (servicios de consultoría, investigación, etc.).

La estructura y cultura de una organización, especialmente, las prácticas que relacionan sus empleados y clientes (estudiantes en la universidad), así como las creencias sobre la viabilidad y el deseo de plantear inquietudes o sugerencias, pueden tener efectos importantes no solo en las personas sino en su participacipación en sus estructuras sociales (Martín Rubio, Andina y Lozano, 2018)

Engludn (2018) plantea el siguiente dilema paradójico en las auditorías de las organizaciones del s. XXI: si los agentes sociales condicionan en gran medida sus interpretaciones, intenciones y racionalidades en función de sus intereses ¿cómo pueden llegar intencionalmente a cambiar estas mismas estructuras?. Si bien la paradoja como tal se formuló por primera vez hace unas dos décadas, su comprensión ha evolucionado con el tiempo a medida que los

ISBN: 978-84-09-02970-9

investigadores de diferentes disciplinas lo han discutido desde diferentes puntos de vista y mediante diferentes perspectivas teóricas.

La paradoja de la agencia integrada ha atraído un interés generalizado y sostenido en la literatura institucional, ya que proporciona un medio de reconciliar la brecha entre las valoraciones e interpretaciones objetivas y subjetivas de diferentes agentes. En la figura 1 ofrecemos el análisis organizativo sobre el efecto de las paradojas en las organizaciones.

Figura 1. Análisis organizativo de las paradojas de las auditorías

Los argumentos que explican la calidad de la relación entre los diferentes agentes y su estructuras organizativas en los análisis de las medidas de las evalucaciones y auditorías son los siguientes (Englend, 2018):

1 Generalidad. Las estructuras sociales son generales en el sentido de que pueden aplicarse en una variedad de contextos diferentes.

2 Insuficiencia. Las estructuras sociales pueden percibirse como inadecuadas cuando los cambios contextuales no cumplen las condiciones para reproducir las estructuras existentes.

3 Ambigüedad. Las estructuras sociales son, en diversos grados, ambiguas en el sentido de que tienen que ser (re) interpretadas a medida que se reproducen.

4 Multiplicidad de elementos Las estructuras sociales son múltiples en el sentido de que constan de varios elementos, tales como simbólico, normativo y cultural-cognitivo. La mera multiplicidad y las posibles contradicciones entre estos elementos hacen que los agentes tomen conciencia de formas alternativas de actuar que pueden llevar a tensiones, negociaciones.

ISBN: 978-84-09-02970-9

5 Integración. Las estructuras sociales incorporan agentes con diferentes instrucciones y seguimiento en diferentes grados.

6 Reflexividad. Las estructuras sociales pueden articular las expectativas sobre la autorreflexión y autoexamen crítico.

Englend (2018) defiende un marco sintetizador que identifica las seis explicaciones genéricas expuetas anteniormente sobre de la paradoja de la agencia integrada en las estructuras organizativas. Mirron-Spektor et al., (2018) profundiza en la comprensión de la teoría de la paradoja al analizar las tensiones que implican las valoraciones y demandas contradictorias entre los agentes de las organizaciones proponiendo una "mentalidad paradójica" para hacer frente a las tensiones generalizadas debido a la escasez de recursos, al objetivo de la innovación, eficiencia y al reto de la calidad (con sus connotaciones objetivas y subjetivas).

3. Resultados: Nueva "mentalidad paradójica".

Si prevalecen las contradicciones en lugar de trabajo, entonces los empleados eficaces aprenden a gestionar su incomodidad y sus tensiones equilibrando diferentes perspectivas a través de una" mentalidad paradójica". Nuestro trabajo fomenta el movimiento de la comprensión de las tensiones como una paradoja que ofrece oportunidades para mejorar el desempeño con menos recursos, más calidad a través de la integración de elementos contradictorios (Mirron-Spektor et al, 2018). Tal pensamiento complejo permite a los individuos establecer distinciones entre diferentes elementos que se van a integrar para conseguir una mayor eficiencia e innovación.

4. Conclusiones

La gestión de la calidad universitaria es un proceso muy complejo y que depende del desarrollo de la estructura social de los agentes (interlocutores) que la componen: profesorado, estudiantes, agencias de caldiad, sindicatos, delegación de estudiantes, investigadores,cargos académicos, políticos universitarios, y personal de administración. El desarrollo de la educación superior conlleva la mejora de su sistema institucional, sus agentes, y su forma de encauzar las paradojas y tensiones que van surgiendo en los puestos de trabajo debido tanto a la excasez de recursos como a la variedad de interpretaciones y valoraciones subjetivas de la calidad. Se trata de pensar de otra forma sobre los problemas complejos que se platean en la mejora continua de las universidades para desbloquear las tensiones que surgen entre los diferentes agentes implicados.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Referencias.

Aguila, Cabrera V. (2014) El concepto calidad en la educación universitaria: clave para el logro de la competitividad institucional. *Revista Iberoamericana de Educación* (ISSN: 1681-5653), pp 1-7.

Endika Bengoetxea (2016) Herramientas e indicadores de medición de la calidad docente en rankings. Estado del arte y recomendaciones para la selección de indicadores.

Englund, H., Gerdin, J. (2018). Management accounting and the paradox of embedded agency: A framework for analyzing sources of structural change. *Management Accounting Research,* 48, pag. 1-11.

Gamoba Suárez, A.A.,Montes Miranda, A.J. (2016). Calidad de la educación superior: un análisis de sus principales determinantes. *SABER, CIENCIA Y Libertad,* ISSN: 1794-7154 Vol. 8, No.2, 157-169

Fairhurst, G.T., Smith, W.K., Banghart, S.G., Lewis, M.W., Putnam, M.W., Raisch, S., Schad, J. (2016) Diverging and converging: integrative insights on a paradox meta-perspective. *The Academy of Management Annals*, vol. 20 (1),pp. 173-182

Marek Š., M., Markulik, Š., Sütőová, A. (2014*). Quality in contemporary univerisy environment,*, Procedia Social and Behavioral Sciences CY-ICER 2014, 143, pp.g 703-707.

Martín-Rubio, I., Andina, D. y Lozano Ruiz, J.A. (2018) *Marco de análisis de los intereses y voz de las asociaciones de estudiantes* . XXVI CUIEET, Gijón

Mirron-Spektor, E., Ingram, A., Keller, J., Smith,W.K., Lewis, M.W. (2018). Microfoundations of organizational paradox: the problema is how we think about the problem, *Academy of Management Journal*, Vol. 61, pp 26-45

ISBN: 978-84-09-02970-9

Metodologías que fomentan el aprendizaje activo del alumno: aprendizaje orientado a proyectos (AOP) y aprendizaje basado en problemas (ABP)

Del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) al Aprendizaje Basado en Retos (ABR)

Antonio Ortega[a], Jose Manuel Pastor[a] , Jaume Llorca[a]
aortega@florida-uni.es ; jmpastor@florida-uni.es ; jllorca@florida-uni.es

[a]Florida Centro de Formación, C/Rei En Jaume I, nº 2, 46470, Catarroja, Valencia

Abstract

Since 2007 Florida Universitària supports the development and the evaluation of competences in the Engineering degrees. In order to get it focuses around three major main principles: the design of a methodological strategy for teaching and learning, the experience of cooperative work among different subjects by the planning of multidisciplinary projects and the engineering skills evaluations.

According to that framework, it has been developed different experiences in-Learning Based Projects (LBP) that have evolved during the last years to Learning Based Challenges (LBC). This change in the paradigm allows students the design of their own challenges from its early stage and it encourages them to reach the achievement of their objectives.

This report summarizes the development, analysis, perceptions and conclusions regarding the methodological changes deployed in both degrees of Industrial Electronic Engineering and Mechanical Engineering.

Key Words: *Learning Based Projects (LBP). Learning Based Challenges (LBC), methodologial change, challenge.*

Resumen

Desde el año 2007, Florida Universitària apuesta por el desarrollo y la evaluación de competencias en las titulaciones de Ingeniería. 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 de proyectos multidisciplinares y la evaluación de competencias en ingeniería.

Bajo ese marco, se han desarrollado diversas experiencias de aprendizaje basado en proyectos (ABP) que han evolucionado estos últimos años hacia el

ISBN: 978-84-09-02970-9

aprendizaje basado en retos (ABR). Este cambio de paradigma permite al alumnado formar parte del diseño del propio reto desde su fase inicial y lo estimula para la consecución del mismo.

El presente trabajo recoge el desarrollo, análisis, percepción y conclusiones frente al cambio metodológico implementado en las titulaciones de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática e Ingeniería Mecánica.

Palabras clave: *Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Aprendizaje Basado en Retos (ABR), cambio metodológico, reto.*

1. Introducción

"Aprender haciendo" o "Learning by doing" es una filosofía docente que se ha mostrado altamente efectiva en la transferencia de conocimientos, habilidades y, en definitiva, en el desarrollo de competencias del alumnado. Existen metodologías que están alineadas con esta filosofía y que, por tanto, mejoran los procesos de enseñanza-aprendizaje tradicionales. Esta afirmación se puede corroborar en diferentes investigaciones llevadas a término en el ámbito del aprendizaje basados en proyectos (Strobel, 2009), el aprendizaje cooperativo (Lazzari, 2014) o el aprendizaje basado en problemas (Chad, 2012).

1.1 El Aprendizaje basado en proyectos (ABP) vs el aprendizaje basado en retos (ABR)

Existen muchas similitudes entre el ABP y el ABR pero también existen notables diferencias que inciden fundamentalmente en el factor emocional o actitudinal del alumnado. Como premisa fundamental, es necesario tener en cuenta que la definición del problema o necesidad a abordar ya no es asignada por el docente (como ocurre en el ABP), sino que es fruto del desarrollo de dinámicas de innovación y creatividad aplicadas a la solución de problemáticas reales y llevadas a cabo por el alumnado. Por tanto, en el aprendizaje basado en retos, es el propio alumnado quien define el objeto y alcance del reto, lo que conlleva que tanto el docente como el alumnado sean susceptibles de experimentar éxito, fracaso e incertidumbre, ya que los resultados de la experiencia no están garantizados y pueden no ser totalmente predecibles. Otro aspecto importante es que la solución del reto sea aplicable en un entorno más o menos cercano y que requiera por parte del alumnado de los procesos de análisis, diseño, desarrollo y ejecución.

2. Trabajos Relacionados

1.2 Primeras experiencias de trabajos interdisciplinares

En el curso 2007-08 se llevó a cabo, en Florida Universitaria, una primera experiencia de trabajos interdisciplinares relacionados con el aprendizaje basado en proyectos. Concretamente se propuso como proyecto a los estudiantes de Ingeniería Técnica Industrial en Electrónica Industrial, realizar la automatización de un proceso de bobinado industrial. En el

ISBN: 978-84-09-02970-9

desarrollo de este proyecto (López, 2008) estaban implicadas las asignaturas: Electrónica de Potencia, Sensores, Regulación Automática y Ampliación de Matemáticas. A partir de esa experiencia, 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 dos 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.

3. Metodología

3.1 Evolución del Proyecto Integrado (ABP)

En el curso 2010-11, se pone en marcha un modelo interdisciplinar de aprendizaje basado en proyectos (ABP) que supone un cambio en la metodología del modelo de enseñanza-aprendizaje para los Grados de Ingeniería y que adopta el nombre de Proyecto Integrado (PI). Se implementa en Florida Universitaria con la colaboración de la Universitat Rovira i Virgili, cuya Escuela de Ingeniería Química, en aquel momento, tenía más de 15 años de experiencia en la implantación de un modelo similar que desarrollaba competencias transversales de manera integrada en el plan de estudios (Witt, 2006).

En los grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, los proyectos integrados 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 el Proyecto Integrado, todas las asignaturas de un mismo curso se ven involucradas en la elaboración de un mismo proyecto (Aznar 2015). Inicialmente el equipo docente plantea cada curso una serie de proyectos interdisciplinares con el propósito de desarrollar el mayor número posible de competencias específicas de las asignaturas implicadas en el curso, pero al margen de esto, también se pone especial atención en el desarrollo y evaluación (Ortega, 2018) de habilidades y competencias transversales que potencien el talento del alumnado para desenvolverse en trabajos futuros.

En cada uno de los cursos se incide más en un grupo de competencias transversales: en primer curso se desarrollan competencias relacionadas con el trabajo en equipo y las tecnologías de la información y comunicación (TICs). En segundo curso se priorizan las competencias relacionadas con la iniciativa, la innovación, la creatividad, así como la comunicación interpersonal, oral y escrita (Zacarés, 2014). En tercer curso se establece el foco sobre competencias relacionadas con el aprendizaje permanente, la negociación y resolución de conflictos. Finalmente, en cuarto curso, se trabajan competencias como el liderazgo, la gestión de equipos, el compromiso y responsabilidad ética (Ortega, 2012).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Desde los primeros años del trabajo con proyectos, ha existido la posibilidad de que una empresa o entidad externa sea quien que proponga el desarrollo del proyecto para que los estudiantes puedan desarrollarlo en equipos de trabajo, en colaboración con la propia empresa y la tutorización del profesorado (Pastor, 2015). A continuación, se enumeran algunos de estos proyectos vinculados a empresas o entidades externas:

- Optimización de una máquina de elevación y volcado de carga (en colaboración con la empresa de maquinaria hortofrutícola Tecnovill)
- Proceso de manipulación y confección de productos hortofrutícolas e industriales (vinculado a Tecnovill)
- Diseño e implementación de conjunto mecánico-robótico (en colaboración con la empresa Umnixok Innovation).
- Implementación de proyectos para la mejora del medio ambiente, sostenibilidad y movilidad urbanos (en colaboración con el Ayuntamiento de Catarroja).

Este innovador modelo educativo es dinámico, supone para el alumnado asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje y requiere de una actualización constante para cumplir con el objetivo de formar a profesionales competentes y altamente empleables. Esto permite generar un entorno de aprendizaje rico metodológicamente y profesionalizador, basado en experiencias de aprendizaje dónde se desarrollan competencias emprendedoras ajustadas a la demanda del mercado laboral (Sánchez, 2015). En cuanto al rol del profesorado, se ha constatado durante estos años que sus tareas han ido derivando hacia funciones de guía y facilitador durante el aprendizaje en detrimento de la mera transmisión de conocimientos.

3.2 Del Proyecto Integrado basado en ABP al Proyecto Integrado basado ABR.

De un tiempo a esta parte, el equipo docente ha dejado de proponer el proyecto que el alumnado debe acometer, sino que es este último quien sugiere el reto a afrontar durante el curso. La elección del reto tiene lugar al inicio de curso y es consecuencia de la realización de diversas dinámicas de innovación y creatividad que pretenden que el alumnado sea consciente de diversas problemáticas actuales presentes en el entorno y próximas a su realidad. Como fruto de ese trabajo grupal se genera una lista de diferentes acercamientos sobre el reto y posibles formas de abordarlo. En última instancia cada equipo de alumnado elige una línea de trabajo con el beneplácito del equipo docente en base a factores como: la relación con contenidos de las asignaturas del curso, grado de dificultad estimado, objetivos planteados, tiempo de ejecución previsible o coste económico de prototipado.

Otro cambio metodológico implementado frente al ABP ha consistido en concentrar el trabajo nuclear de implementación de los diseños las dos últimas semanas lectivas de cada semestre, es decir, durante dichas semanas no hay clases entendidas de la manera tradicional, sino que los equipos acuden al laboratorio en horario flexible. En este periodo el profesorado está disponible de manera presencial en el horario correspondiente a su asignatura y durante ese tiempo tutoriza o guía a aquellos equipos que solicitan su ayuda. Esta medida tiene el

ISBN: 978-84-09-02970-9

propósito de facilitar el desarrollo adecuado de este tipo de proyectos reduciendo las interacciones con la docencia de las asignaturas.

Durante el resto del curso (una o dos horas semanales), el alumnado realiza una serie de seminarios para completar los conocimientos técnicos previos que podrían ser necesarios y para desarrollar las competencias transversales.

3.3 Evaluación del Proyecto Integrado basado en ABR.

La nota de PI es única para cada alumno/a suponiendo un 25% de la evaluación de todas las asignaturas que participan en el curso correpondiente. Dicha calificación refleja el nivel de adquisición de las competencias específicas y transversales asociadas al proyecto, y se compone de la suma de la nota obtenida como equipo (65%) y la nota individual (35%). La nota se calculará en cada uno de los semestres y se obtendrá siguiendo el siguiente baremo:

IP: Informe planificación: 10%. Evaluación realizada por el coordinador y el profesorado en base al rubric de evaluación del informe de planificación.

IF: Informe final: 20%. Evaluación realizada por el coordinador y el profesorado en base al rubric de evaluación del trabajo escrito.

PO: Presentación del proyecto: 35%. Evaluación realizada por el coordinador y al menos dos profesores/as, en base al rubric de póster y en base a la funcionalidad/prestaciones del prototipo construido.

DOi: Defensa Oral Individual: 15%. Evaluación realizada por el coordinador y al menos dos profesores/as, en la se realizan preguntas individuales a los miembros del equipo y se valora la exposición realizada de manera individual en base al rubric de comunicación oral.

EPi: Evaluación Individual del Proceso: 20%. Evaluación realizada por el coordinador y el profesorado a partir de todas las evidencias recogidas en el proceso de desarrollo del proyecto (asistencia a formación, actas de reuniones, evaluación entrepares, asistencia y participación en las clases, fichas de seguimiento del coordinador y profesorado).

NOTA PROYECTO INTEGRADO
(IP2*0,10 + IF*0,20 + PO*0,35) + (DOi* 0,15 + EPi * 0,20)

Figura 1. Fórmula para calcular la nota de PI

4. Resultados

El proceso de validación de datos se ha realizado a partir de los resultados de las encuestas de valoración del alumnado obtenidos desde el curso 2011-12 hasta la actualidad. Esto ha permitido obtener datos cuantitativos suficientes para valorar tanto la evolución de la metodología ABP como la eficacia de los cambios introducidos hacia el ABR en los grados de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática e Ingeniería Mecánica.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Cómo se ha comentado en apartados anteriores, el ABR supone por parte del alumnado la elección de un proyecto o reto de su entorno. Para constatar esta premisa se presentan los datos del ítem 3 de la encuesta anual de proyecto integrado que pregunta al alumnado sobre la conexión del PI con el entorno socio-económico actual.

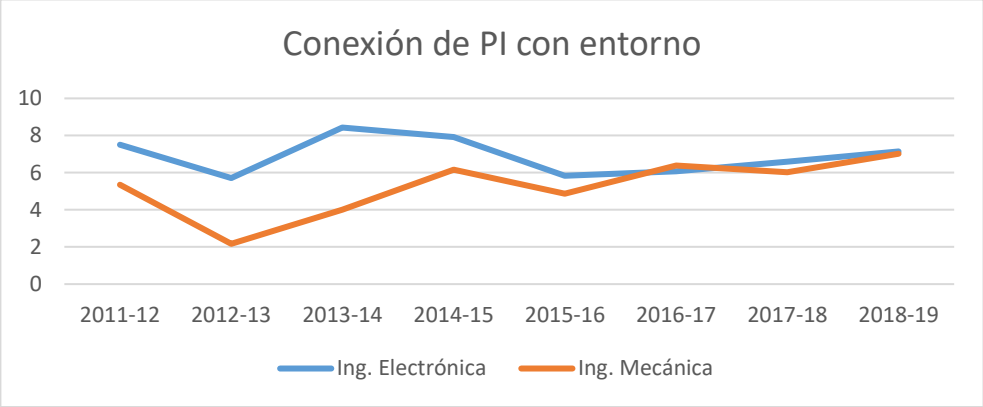


Figura 2. Relación del PI con el entorno económico-social

Tal y como muestra la figura 2, la percepción del alumnado sobre la relación de los proyectos realizados con su entorno más próximo ha fluctuado bastante, posiblemente porque los temas escogidos por el equipo docente de cada curso se orientaban más a tratar de trabajar contenidos y competencias de las asignaturas. A partir del curso 2015-16, es el alumnado quien elige la temática del proyecto, lo que conlleva un incremento de la relación del PI con la realidad social y económica, puesto que se abordan problemas o necesidades cercanas.

Otro aspecto importante que se persigue con el ABR consiste en motivar al alumnado haciéndolo partícipe del proceso desde un inicio, dejando que elija el proyecto a realizar, que tome la iniciativa, que proponga distintas vías de solución y permitiendo que experimente incertidumbre ante los resultados, en definitiva, propiciando que sean los equipos de trabajo los que marquen su propio camino en el desarrollo del proyecto. Para analizar el impacto sobre la componente actitudinal del alumnado hacia el PI se muestran los datos del ítem 5 de la encuesta anual de PI que pregunta al alumnado si éste hace más atractivo su proceso de aprendizaje.

ISBN: 978-84-09-02970-9

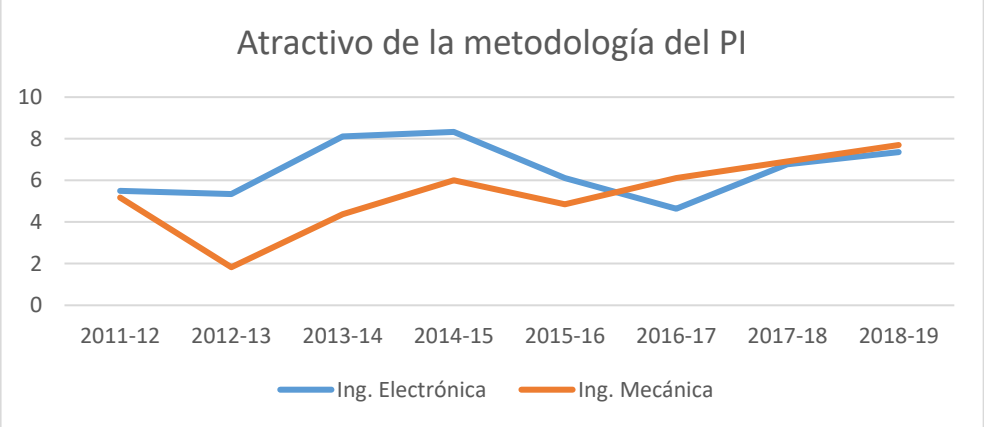


Figura 3. Atractivo del proceso de aprendizaje desarrollado en el PI

En la figura 3 se observa como la percepción del alumnado frente a la metodología de enseñanza-aprendizaje tradicionalmente ha sido mejor en el grado de Ingeniería Electrónica que en Ingeniería Mecánica, aunque estos últimos años se ha igualado en ambas titulaciones. Por otra parte, en los últimos años, desde que el alumnado goza de más libertad para tomar decisiones debido a que los retos son proyectos más abiertos, se aprecia una mejora paulatina de su identificación con la metodología del PI.

Finalmente, otro aspecto relevante a analizar es la percepción por parte del alumnado del esfuerzo necesario para llevar a cabo el PI. Para valorar la repercusión de esta medida se muestran los datos del ítem 10 de la encuesta anual de proyecto integrado que pregunta al alumnado sobre el volumen de trabajo dedicado a la elaboración del PI y su correspondencia con las horas lectivas empleadas.

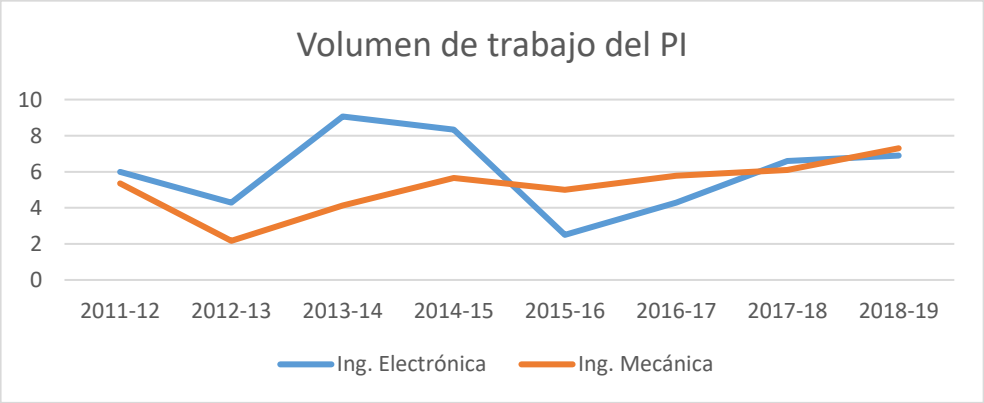


Figura 4. Volumen de trabajo requerido por el PI

En este sentido, el cambio metodológico que introduce el ABR frente al ABP consiste en concentrar el tiempo de fabricación del prototipo, testeo y elaboración de documentación

ISBN: 978-84-09-02970-9

asociada en las dos últimas semanas lectivas de cada semestre. Desde que se puso en marcha esta iniciativa (curso 2015-16) se ha constado una mejora progresiva de la percepción del alumnado respecto a esta cuestión.

5. Conclusiones

En los diez años que lleva implantado nuestro modelo se han desarrollado más de 100 proyectos integrados en cada curso académico de las áreas de educación, empresa, ingeniería, tecnologías de la información (TIC'S) y turismo. Tanto la metodología empleada como la planificación y los resultados obtenidos son satisfactorios.

En diversos trabajos se han evaluado aspectos relacionados con el Proyecto Integrado donde se ha podido concluir que el alumnado:

- Aprende de manera cooperativa.
- Integra el conocimiento para la resolución de problemas reales, a través de la realización del Proyecto Integrado.
- Desarrolla competencias transversales de: trabajo en equipo, liderazgo, comunicación, resolución de conflictos…

Los cambios introducidos en el curso 2015-16, orientan el PI más hacia la metología ABR que a la ABP, consiguiendo una mayor identificación del alumnado con el problema a resolver, una mejor gestión de su tiempo para la realización del proyecto y una relación más cercana con los problemas y las necesidades de su entorno.

Referencias

Aznar, M. et al (2015). *Interdisciplinary robotics project for first-year engineering degree students.* Journal of Technology and Science Education. JOTSE.

Chad P. (2012). *The Use of Team-Based Learning as an Approach to Increased Engagement and Learning for Marketing Students: A Case Study*. Journal of Marketing Education, 34(2), 128–139.

Lazzari M. (2014). *Combination of Cooperative and Individual Learning Techniques in a Material Chemistry Course*. Formación universitaria, 7(4), 39-46.

López J. et al (2008). *Estrategias para la formación y evaluación de competencias en los proyectos de ingeniería industrial*. XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET).

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 (2012). *Tailoring engineering studies to specific needs. IACEE 2012 World Conference on Continuing Engineering Education*. Valencia, Spain 17th to 19th May 2012 (pp. 31-44). Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Ortega, A. et al (2018). *Evaluación Continua, Compartida y Progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio*. XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET).

Pastor, J.M. et al (2015). *El Proyecto Integrado como propuesta de colaboración con las empresas en el proceso de enseñanza-aprendizaje*. CINDU.

Sánchez R. et al (2015). *Las escuelas de ingeniería ante la definición de nuevas estrategias de desarrollo productivo basado en la formación continua y en el emprendimiento*. ELVTDE.

Strobel J. et al (2009). *When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms*. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 3(1).

Witt H. et al (2006). *A Competency-Based Educational Model in a Chemical Engineering School*. International Journal of Engineering Education, 22, 218-235.

Zacarés J. et al (2014). *Proyecto multidisciplinar de robótica en primer curso de grado de ingeniería. Experiencia didáctica.* Revista Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación (Revista CIDUI).

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

Aplicación de la metodología PBL en las prácticas de Materiales para la Construcción

O. Fenollar, L. Quiles, V. Fombuena, D. García-Sanoguera, R. Balart

ocfegi@epsa.upv.es; luiquic1@epsa.upv.es; vifombor@upv.es; dagarsa@dimm.upv.es; rbalart@mcm.upv.es

Universitat Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales. Plaza Ferrándiz y Carbonell 1, 03801, Alcoy, España

Abstract

In this work, project-based learning has been proposed for the laboratory classes of building materials. A transformation of the laboratory class has been carried out from a traditional programming of laboratory practices with a script and directed activities, to a system where the student must develop the contents developing a project. It is an important challenge to combine the contents of the curriculum in the project, so as to ensure the assimilation of the knowledge required by the student.

The project developed has been the construction of a scale model of a cable-stayed bridge. The students have been given minimal guidelines about the content of the project, and the parts that the project should have. During the development of the project, the students have been working and acquiring knowledge autonomously, developing creativity and working in a group, developing important transversal competences have also been developed.

Keywords: *PBL, transveral competences, bulding materials, laboratory.*

Resumen

En este trabajo se ha propuesto un aprendizaje basado en proyectos para las prácticas de laboratorio de una asignatura dedicada a los materiales de construcción. Se ha llevado a cabo una transformación de la clase de prácticas de laboratorio desde una programación tradicional de prácticas de laboratorio con guión y actividades dirigidas, a un sistema en el que alumno debe desarrollar los contenidos dentro de un proyecto que se desarrolla en el transcurso de la asignatura. Supone un reto importante conjugar los contenidos del plan de estudios en el proyecto, de forma que se asegure la asimilación de los conocimientos requeridos por parte del alumno.

ISBN: 978-84-09-02970-9

El proyecto desarrollado ha sido la construcción de un modelo a escala de un puente atirantado. Se les ha dado los alumnos unas directrices mínimas acerca del contenido del proyecto, y las partes con las que debe contar el proyecto. Durante el desarrollo del proyecto los alumnos han ido trabajando y adquiriendo conocimientos de forma autónoma, desarrollando creatividad y trabajando en grupo, con lo que se han desarrollado además importantes competencias transversales.

Palabras clave: *PBL, competencias transversales, materiales de construcción, prácticas de laboratorio.*

1. Introducción

En el presente trabajo se exponen las experiencias de la aplicación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura de Materiales para la construcción. Este trabajo, en realidad, es la segunda evolución de la metodología empleada en la realización de las prácticas de laboratorio de la asignatura dedicada a los materiales de contrucción.

Con el inicio de los estudios de grado y el nuevo espacio europeo, se definieron los contenidos y duración de la parte práctica de la asignatura. El primer enfoque fue el de basar la práctica en una lección magistral, dada la limitación en el número de equipos disponibles en el laboratorio y la cantidad de alumnos matriculados. El profesor explicaba en cada práctica los contenidos de la misma, relacionándolas con los contenidos teóricos, ejecutando el mismo profesor la parte práctica, y , en el mejor de los casos, algún alumno colaborador participando en la ejecución de la parte práctica.

La primera evolución fue el suministrar a los alumnos un guion de cada una de las prácticas, con la explicación muy detallada de todos los pasos a llevar cabo para el desarrollo de la misma; procedimientos, equipos, expresión de los resultados… Ello conllevó la realización de un ingente trabajo por parte de los docentes involucrados en la asignatura para preparar el material, equipos y procedimientos. En este caso, el alumno o grupo de alumnos realiza la tarea de forma autónoma, y la labor del docente es de apoyo al alumno y resolución de dudas que se van planteando a lo largo de la sesión. Se trata de un sistema de aprendizaje en el que el alumno participa activamente en la parte práctica, manejando equipos y siguiendo procedimientos establecidos. Sin embargo, pese a que se trata de una metodología que mejora los resultados del aprendizaje, presenta algunas limitaciones o carencias. Se corre el riesgo de que el alumno proceda con el desarrollo de la práctica de una forma mecánica, sin dedicar tiempo a la reflexión ni a la relación con otras partes de las prácticas y del contenido teórico de la asignatura. Se trata de una tarea que el alumno desarrolla durante la clase, obtiene unos resultados, los comenta, y es aquí donde finaliza la práctica. Por tanto, el reto a afrontar es el de tartar de dar una visión más global de la asignatura

ISBN: 978-84-09-02970-9

y una compresión más completa y transversal. Para ello, la vision del aprendizaje basado en proyectos se presenta como una opción interesante para lograr este objetivo de adquisición de conocimientos y habilidades (Daly et al., 2019).

Es importante destacar que si bien era algo que tenía en mente el grupo docente la aplicación de esta metodología en un corto periodo de tiempo, y se estaba trabajando en las bases para llevar a cabo el posible cambio, el desencadenante de que esta metodología se haya aplicado durante este mismo curso ha sido la actitud proactiva del grupo de alumnos. Se trata de un grupo de alumnos de cuarto curso. En el momento de plantearles en la primera sesión de clase práctica el contenido de las sesiones (cada una con su guión, metodología, procedimientos, etc.), los alumnos expresaron su deseo de realizar las prácticas de manera alternativa. Plantearon la idea de lanzarse con algún proyecto que les motivara, y no limitarse a realizar las prácticas del modo que se les había planteado. Ello nos planteó a los docentes el reto de adaptar en un corto periodo de tiempo las prácticas al proyecto planteado (Yadav et al., 2014).

1.1 Elección del proyecto

El primer paso fue la rápida definición del proyecto. Debía conjugar el interés de los alumnos y la posibilidad de que se aplicaran los conocimientos que el alumno debía asimilar en la parte práctica de la asignatura según el plan de estudios y la guía docente. Se dedicó la primera sesión de prácticas a definir el proyecto. Tras varias propuestas, debates, argumentación de ventajas e incovenientes, se decidió que el proyecto a desarrollar sería el fabricar un puente a escala. Tras esta primera sesión, dio comienzo un gran esfuerzo por parte de los docentes para tener en una semana preparado el alcance y contenido del proyecto para que abarcara unos contenidos mínimos a desarrollar suficientes para adquirir los conocimientos que se plantean como objetivos en la parte práctica de la asignatura.

2. Trabajos Relacionados

Dentro de nuestro departamento ya se había llevado a cabo la aplicación de esta metodología, pero sobre todo para el grado de master (Montanes et al., 2018). Se trata de una metodología muy valorada por parte de los alumnos pero que requiere de un gran esfuerzo por parte del profesorado, sobretodo cuando el número de alumnos es elevado y los recursos son limitados, y no hay suficientes equipos para que varios grupos puedan estar trabajando simultáneamente. Por ello es que los alumnos deben buscar disponibilidad propia y de los laboratorios para continuar con su proyecto incluso fuera de las horas establecidas para ello. Con respecto a experiencias externas, hemos visto algún trabajo similar en la que los alumnos debían construir puentes con maderas (Barroso et al., 2016) y algunos trabajos en los que el alumno basaba su PBL en proyectos de construcción sostenible (Ahn et al., 2016; Jimenez et al., 2017).

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Metodología

La definición y alcance del proyecto debían ser suficientes, como hemos comentado, para abordar todos los contenidos prácticos. Y fue un trabajo de cierta cretividad por parte de los docentes para tratar de conjugar estas dos partes, proyecto y contenidos.

Tal como se recogía en la planificación inicial de la asignatura, la programación de las prácticas era que refleja la Tabla 1.:

Tabla 1. Planificación de las prácticas de Materiales para la Construcción

Practica	Título	Contenidos
Practica 1.	Granulometría de áridos	Determinación de la granulometría de distintos áridos (arenas, gravas). Determinación del módulo granulométrico y formulación de mezcla de áridos.
Practica 2.	Resitencia y fraguado yeso / cemento	Realización de probetas de cemento y yesos según norma para realización de ensayos de resistencia mecánica. Determinación de tiempos de fraguado mediante aguja VICAT.
Practica 3.	Dosificación de hormigon/aditivos	Determinación de las proporciones de cada una de las partes (arena, grava, cemento y agua) para obtener hormigones de una determinada resistencia. Preparación de probetas con distintas dosificaciones y distintos aditivos.
Practica 4.	Resistencia de cementos y hormigones	Realización de ensayos mecánicos a compresión y a flexotracción de materiales preparados en prácticas anteriores según planificación temporal del tiempo de fraguado.
Practica 5.	Metales en construcción	Ensayos mecánicos de tracción y flexión de distintos metales y aleaciones utilizados en construcción. Soldadura de perfiles
Practica 6.	Materiales compuestos de matriz polimérica	Fabricación de materiales compuestos utilizados en construcción con distintas fibras (vidrio, carbono, fibras naturales...) y paneles sandwich con distintos núcleos aislantes para construcción.
Practica 7.	Aglomerados	Preparación de aglomerados con resinas y partículas minerales (cuarzo, marmol) y preparación asfaltos.

Por tanto, el proyecto debía contar con elementos que hicieran posible la adquisión de esos conocimientos, pero de una forma global, interrelacionada y con el mismo objetivo.

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

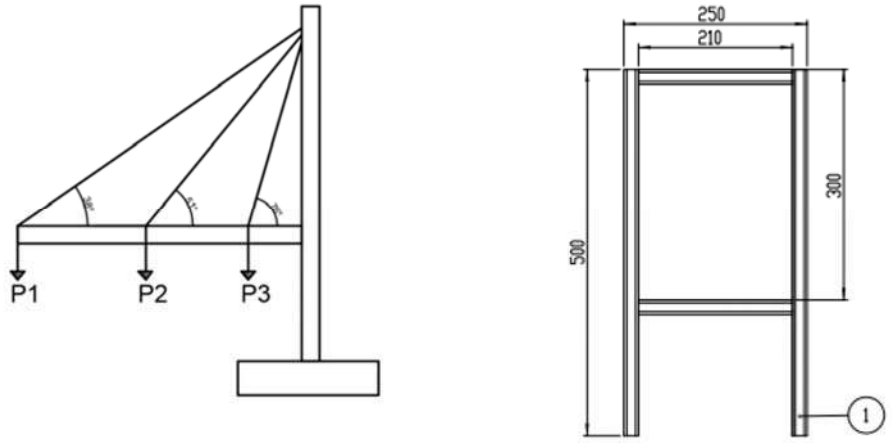


Figura 1. Diseño del puente elegido para la realización del proyecto.

Como se ha comentado anteriormente, el proyecto elegido fue un puente atirantado. Las indicaciones de los contenidos mínimos por parte de los docentes para llevar a cabo el proyecto, fueron los que se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Contenidos mínimos que debía abordar el proyecto y su correspondencia con las prácticas planificadas inicialmente.

Tipo de material	Contenido	Correspondencia con práctica
Cementos	Resistencias a flexotracción según norma de cementos utilizados en el proyecto	2
Arenas Gravas	Determinación granulometrías distintas arenas y gravas que se van a utlizar para formular el hormigón de la zapata y de la plataforma.	1
Hormigón	Dosificación de los hormigones a utilizar. Determinación resistencia a compresión según norma de los hormigones, tanto de la zapata como de la plataforma.	3,4
Metales	Corte de barras y realización de soldaduras. Determinación resistencia a tracción metales utilizados y cables para los tirantes.	5
Material Compuesto	Fabricación de un elemento del puente con material compuesto.	6
Aglomerado	Utilización de un material aglomerado en la construcción del puente.	7

ISBN: 978-84-09-02970-9

Desde la primera sesión, se ha exigido al grupo de alumnos una detallada planificación del proyecto, con el objetivo de cumplir con los plazos y realizar los distintos ensayos mecánicos en el periodo requerido según normativa. Por otro lado, los alumnos han debido buscar toda la normativa y procedimientos a realizar para los disintos ensayos que se establecían en los contenidos mínimos del trabajo.

4. Resultados

Durante el transcurso de las semanas los alumnos han ido trabajando de forma bastante ajustada a su planificación. El haber sido el primer año en la implantación de esta metodología ha supuesto la pérdida de trabajo efectivo en las dos primeras sesiones de prácticas, ya que al no estar planificada la implantación del PBL se han necesitado cerca de dos semanas para preparar y poner en desarrollo la nueva metodología. Pero una vez definida y con los materiales a disposición del grupo de alumnos los trabajos se han realizado de la forma planteada.

El hecho de tratarse de un grupo reducido (4 estudiantes) ha permitido una supervisión detallada por parte del docente. Pero cabe decir que los estudiantes han trabajado de forma autónoma y en equipo. Además, se ha fomentado la creatividad, con debates entre los miembros del grupo para elegir la mejor opción, diseño, etc. en cada una de las fases del proyecto, participando en ocasiones el docente aportando nuevos puntos de vista que fomentarán aún más la discusión en torno a determinadas decisiones.

Por otra parte, destacar que el diseño del proyecto, la elección de materiales, etc, ha ido variando durante el transcurso de la asignatura. La adquisición de nuevos conocimientos, materiales y procesos de fabricación a lo largo de las clases teóricas ha motivado cambios en el proyecto. Este hecho indica que el alumno durante la clase de teoría no ha perdido de vista el proyecto del puente y trata de aplicar los nuevos conocimientos al desarrollo de su proyecto. Éste no era en principio uno de los objetivos iniciales de la aplicación de esta metodología, pero ha demostrado ser efectiva la combinación de clases teóricas y un proyecto práctico, ya que el alumno trata de exportar esos conocimientos al proyecto.

ISBN: 978-84-09-02970-9

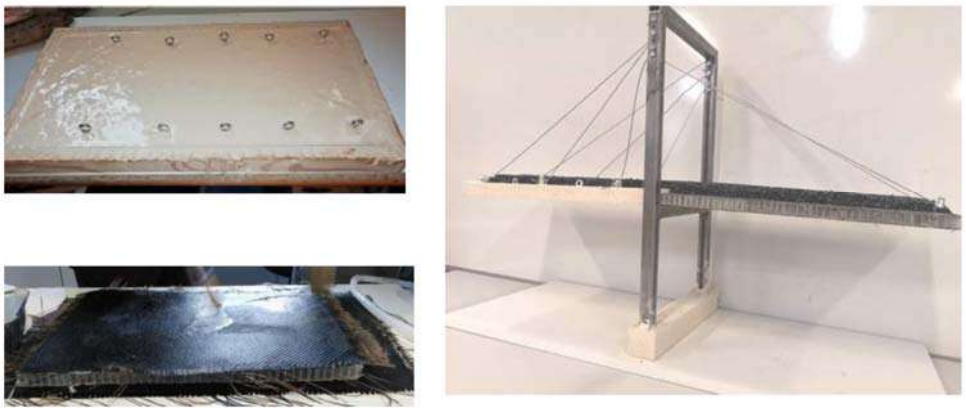


Figura 2. Imagen de partes del prototipo y del prototipo del puente finalizado.

Los alumnos han finalizado el proyecto según la planificación. Sin embargo, admiten haber fallado ligeramente en la misma, puesto que una vez visto el resultado, les hubiera gustado llevar a cabo algún rediseño en alguna de las partes para mejorar la funcionalidad y estética. No obstante, los objetivos que se plantearon en la asignatura para abordar la parte práctica han sido alcanzados suficientemente, y la satisfacción de los alumnos con respecto al trabajo realizado ha sido alta. Con respecto a la evaluación, se ha evaluado por parte de los docentes el prototipo realizado, así como una memoria del proyecto, con el detalle de todos los trabajos y ensayos realizados. Se ha considerado además, que la exposición del trabajo en público es importante de cara a fomentar competencias de comunicación efectiva. El resumen del sistema de evaluación queda indicado en la Tabla 3.

Tabla 3. Evaluación de la asginatura.

Tipo de material	Contenido
Prueba evaluación Tipo Test (Contenidos teóricos)	40%
Proyecto de la asignatura	Prototipo 25%
	Memoria proyecto 20%
	Presentación del Proyecto 15%

ISBN: 978-84-09-02970-9

5. Conclusiones

La aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos para la asginatura de Materiales para la Construcción ha sido muy positiva, tanto desde el punto de vista del docente, como desde el punto de vista del alumno. Es cierto que ha requerido un trabajo extra por parte de los docentes, y además en un corto periodo de tiempo, pero los resultados conseguidos hacen que se valore la experiencia satisfactoriamente. El alumno ha trabajado de forma autónoma en un proyecto que le motiva, ha adquirido los conocimientos de la parte práctica que se requerían, y además se han fomentado y trabajado de forma muy clara competencias transversales como el trabajo en equipo, la utilización de equipos y herramientas y la creatividad.

Sin embargo, se han detectado algunos errores en cuanto a planificación y tiempos, debido a lo precipitado de la implantación de la metodología en el mismo curso. Por ello, para cursos posteriores y valiéndonos de esta experiencia previa, con una mejor previsión e incluso pudiendo contar con más medios materiales, pensamos seguir con esta metodología. Incluso, como una línea futura de trabajo, se puede llegar a que el proyecto aborde el contenido de toda la asignatura, no únicamente de la parte práctica, aunque la experiencia en el curso actual nos ha revelado que las clases teóricas pueden ser un buen complemento a la aplicacion de la metodología PBL.

Referencias

Ahn, Y. H., Jung, C. W., Suh, M., & Jeon, M. H. (2016). Integrated Construction Process for Green Building. In O. Chong, K. Parrish, P. Tang, D. Grau, & J. Chang (Eds.), *Icsdec 2016 - Integrating Data Science, Construction and Sustainability* (Vol. 145, pp. 670-676).

Barroso, L. R., Nite, S. B., Morgan, J. R., Bicer, A., Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Ieee. (2016). Using the Engineering Design Process as the Structure for Project-Based Learning: An Informal STEM Activity on Bridge-Building *Proceedings of the 6th Ieee Integrated Stem Education Conference* (pp. 249-256).

Daly, S. R., Mosyjowski, E. A., & Seifert, C. M. (2019). Teaching Creative Process across Disciplines. *Journal of Creative Behavior, 53*(1), 5-17. doi:10.1002/jocb.158

Jimenez, M. I., & Rodriguez, D. (2017). ENGINEERING TECHNICAL PROJECTS LEARNING BASED ON GREEN BUILDING. In L. G. Chova, A. L. Martinez, & I. C. Torres (Eds.), *Inted2017: 11th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 7270-7277).

Montanes, N., Sanchez-Nacher, L., Fenollar, O., Garcia-Sanoguera, D., & Quiles-Carrillo, L. (2018). EXPERIENCES OF THE FLIPPED LEARNING APPLICATION. In L. G. Chova, A. L. Martinez, & I. C. Torres (Eds.), *12th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 4696-4701).

Yadav, A., Vinh, M., Shaver, G. M., Meckl, P., & Firebaugh, S. (2014). Case- Based Instruction: Improving Students' Conceptual Understanding Through Cases in a Mechanical Engineering Course. *Journal of Research in Science Teaching, 51*(5), 659-677. doi:10.1002/tea.21149

ISBN: 978-84-09-02970-9

Evaluación y propuestas de mejora de asignaturas que aplican metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos

Àngels Leiva-Presa[a], Victor Grau Torre-Marín[b], Arnau Amat[b], Sarah U. Khan[a], Lluis Benejam[a], Carme Casas Arcarons[a]

angels.leiva@uvic.cat, victor.grau@uvic.cat, arnau.amat@uvic.cat, sarah.khan@uvic.cat, lluis.benejam@uvic.cat, carme.casas@uvic.cat

[a] Facultat de Ciències i Tecnologia, Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya, C/ de la Laura, 13, 08500 Vic, España

[b] Facultat d'Educació, Traducció i Ciències Humanes, Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya, C/ Sagrada Familia, 7, 08500 Vic, España

Abstract

In this study, the improvement of competences of the students are evaluated with the introduction of the ABP methodology. Although the reason for introducing this teaching methodology has been the qualitative perception of its advantages, up to this work, in our faculty no structured analysis had been carried out on the observed changes. In this first study, clear indicators of improvements in performance, student assessment, involvement and acquisition of transversal competences, among others, were detected. At the same time, the new challenges that this method poses to teachers are manifested, especially in relation to the management and organization of activities. In an analysis based on the contributions of professors and students, we conclude the work with a series of recommendations to improve the organization and effectiveness of these methodologies.

Keywords: *Problem/Project Based Learning, PBL, Competences, Students perception.*

Resumen

En este estudio se evalúan las mejoras competenciales del alumnado con la introducción de la metodología ABP. Aunque el motivo para introducir esta metodología docente ha sido la percepción cualitativa de sus ventajas, hasta este trabajo, en nuestra facultad no se había realizado ningún análisis estructurado sobre los cambios observados. En este primer estudio se han detectado claros indicadores de mejoras en rendimiento, valoración del alumnado, implicación y adquisición de las competencias transversales, entre

ISBN: 978-84-09-02970-9

otras. Paralelamente, se manifiestan los nuevos retos que este método plantea al profesorado, sobre todo en lo referente a la gestión y organización de las actividades. En un análisis a partir de las aportaciones de profesorado y alumnado, concluimos el trabajo con una serie de recomendaciones para mejorar la organización y la efectividad de estas metodologías.

Palabras clave: *Aprendizaje Basado en Problemas/Proyectos, ABP, Competencias, Percepción del alumnado.*

1. Introducción

El Aprendizaje Basado en Problemas o Proyectos (ABP) es una estrategia pedagógica que ha sido empleada con éxito desde hace más de 30 años y continúa ganando aceptación en muchas disciplinas. Es un planteamiento de enseñanza centrado en el estudiantado que potencia que éste haga búsquedas, integre la teoría y la práctica, y aplique su conocimiento y las habilidades propias para desarrollar una solución viable a un problema determinado o para un proyecto propuesto.

Muchos estudios muestran que, comparado con el aprendizaje tradicional, basado en clases magistrales y la aplicación posterior a problemas, la metodología ABP potencia y mejora las competencias genéricas y específicas del estudiantado.

1.1 Ventajas de la metodología ABP

Algunas ventajas que destacan de la aplicación de la metodología ABP son las siguientes:
- El éxito del estudiantado se ve potenciado cuando este trabaja junto en un entorno de aprendizaje cooperativo (Bodner, 1992).
- El trabajo en grupo ayuda al estudiantado a desarrollar las habilidades de comunicación escrita y oral y también las habilidades de construcción, participación, liderazgo e identificación de los diferentes papeles en equipos de trabajo (Czujko, 1994).
- El estudiantado adquiere el conocimiento necesario para resolver el problema planteado pero a la vez retiene mejor lo que ha aprendido y es más capaz de aplicarlo de manera apropiada a otros casos que tengan conceptos relacionados (Coles, 1991; Dunkbase and Penick, 1990).
- En el caso de disciplinas científicas, la base del conocimiento científico se expande exponencialmente y el estudiantado necesita aprender a aprender, de manera que esto fomenta su habilidad para identificar cuál es la información necesaria para resolver un problema determinado, dónde y cómo buscar esta información, como organizarla en un marco conceptual significativo, y como comunicarla (Allen et al. 1996).
- Resolviendo el problema específico planteado, el estudiantado entiende el proceso real de hacer ciencia que consiste en generalizar (elaborar leyes, postulados, ...) a partir de experiencias concretas, es decir, pasar del estudio y comparación de casos particulares a la abstracción general (Allen et al. 1996).

ISBN: 978-84-09-02970-9

- El uso de problemas para introducir conceptos proporciona un mecanismo natural de interconexión entre diferentes disciplinas (Allen et al. 1996).

1.2 Objetivos

El objetivo de este estudio es evaluar las mejoras competenciales del alumnado con la introducción de la metodología ABP en dos asignaturas concretas de los grados de Biología y Biotecnología de la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC).

Desde el curso 2012-13 la metodología ABP ha empezando a ser aplicada paulatinamente a algunas asignaturas de la Facultad de Ciencias y Tecnología (FCT) de la UVic-UCC. El profesorado de estas asignaturas diseña los problemas o proyectos y los trabaja con su alumnado mediante la metodología ABP. Sin embargo, hasta este trabajo no se había llevado a cabo ningún estudio que evaluase la mejora competencial del estudiantado que ha seguido esta metodología en comparación con aquel que ha seguido un método basado en clases magistrales y clases de ejercicios/problemas.

2. Trabajos Relacionados

Diversos estudios de los últimos años en diferentes ámbitos del conocimiento, muestran el valor de las mejoras competenciales conseguidas con metodologías ABP frente a métodos docentes de carácter más tradicional.

Una selección de algunos de éstos estudios efectuados en universidades españolas: Martínez-Rodríguez y Torrijo-Boix (2018), Delgado Trujillo y Moscardó (2018), López-Zafra et al. (2015) y Jiménez et al. (2013), evalúan el uso de la metodología ABP en asignaturas de estudios de Nutrición Humana y Dietética, Arquitectura, Psicología y Trabajo Social y Administración y Dirección de Empresas, respectivamente. Todos los estudios concluyen que se observan claras mejoras en las competencias del alumnado que ha usado la metodología ABP respecto a los que no la han usado. Además, algunos destacan que los resultados, estrategias y métodos, así como el trabajo en equipo y el pensamiento crítico de este alumnado muestran una mejora respecto al alumnado que no usó la metodología ABP.

3. Metodología

La FCT de la UVic-UCC incluye la metodología ABP, en alguna de sus variantes, en diversas asignaturas. Algunas asignaturas imparten casi la totalidad de su temario siguiendo esta metodología, y otras sólo lo aplican a parte de su contenido. Por ello, se han escogido dos asignaturas con diferente grado de aplicación de dicha metodología desarrolladas durante los cursos 2014-15 y 2015-16. La intención es obtener datos que permitan ofrecer una visión de conjunto del impacto del uso de ABP en el alumnado de la FCT.
Las asignaturas seleccionadas son:

ISBN: 978-84-09-02970-9

- *Prácticas Integradas* : asignatura de tercer curso del grado de Biología de la UVic-UCC con un 85% de su temario impartido en formato ABP.
- *English Communication Skills* : asignatura de primer curso de los grados de Biología y Biotecnología de la UVic- UCC con un 20% de su temario impartido en formato ABP.

El análisis de los aspectos clave sobre los contenidos y las competencias usando metodología ABP ha sido realizado mediante dos estrategias.

Como primera estrategia se ha utilizado la *percepción*, del profesorado y del alumnado, sobre el aprendizaje de la materia impartida con metodología ABP. Para esta evaluación se han diseñado, realizado, grabado y analizado entrevistas orales personales a profesorado y alumnado. En el caso del alumnado, también se han realizado cuestionarios escritos.

Como segunda estrategia, se ha llevado a cabo el análisis de *producciones* del alumnado.
En la asignatura *English Communication Skills* se han analizado trabajos escritos y presentaciones orales de diez grupos de alumnos, todos ellos siguiendo metodología ABP. En el caso de *Prácticas Integradas* se ha diseñado y filmado el desarrollo de una actividad en la que han participado cinco grupos de alumnos. Tres de los grupos estaban formados por alumnos que habían cursado la asignatura mediante metodología ABP. Los otros dos cursaron la asignatura el curso anterior a la introducción de ABP. Estos grupos serán designados como "Alumnado ABP" y "Alumnado no ABP", respectivamente. Las producciones generadas han sido corregidas y valoradas por profesorado de la propia asignatura que desconocía a qué grupo pertenecía el trabajo. Los parámetros analizados han sido: competencias de comunicación escrita, competencias de comunicación oral, actitud personal ante el reto de la resolución de un problema complejo, análisis y síntesis de los elementos claves del problema, identificación de la información necesaria para la resolución de un problema determinado y la organización de esta información, retención de los conceptos aprendidos y capacidad de trabajar en equipo.

4. Resultados

Los resultados del estudio se presentan en tres apartados:

- Percepción del profesorado: Análisis de las grabaciones de las entrevistas al profesorado.
- Percepción del alumnado: (Solo en la asignatura *Prácticas Integradas*) Análisis de las grabaciones de entrevistas a "Alumnado ABP" y de los cuestionarios respondidos por "Alumnado ABP" y "Alumnado no ABP".
- Producciones del alumnado : Análisis de los resultados escritos y orales de las actividades realizadas.

ISBN: 978-84-09-02970-9

4.1 Percepción del profesorado

El profesorado coincide en que el ABP interrelaciona de manera natural las diferentes asignaturas o disciplinas, y que la parte de la asignatura impartida con ABP es la que más gusta al alumnado. Se destaca que esta metodología permite profundizar en el logro de competencias transversales, como el trabajo en grupo y la comunicación escrita y oral. El trabajo en grupo es el aspecto más bien valorado. El profesorado observa que aumenta la participación individual, tanto en la tarea general como en las tareas particulares. Este hecho aumenta el compromiso y responsabilidad para realizar el propio trabajo, así como la predisposición a poner en común y discutir todo el trabajo individual. Se observa también que el alumnado aprende a gestionar de manera más autónoma las tareas, así como los conflictos de relación personal. En estos últimos, el alumnado de primeros cursos de grado aun tiende a buscar la ayuda del profesorado. Una parte del profesorado señala la necesidad de guiar al alumnado en la planificación global del trabajo para proporcionarle una herramienta de gestión temporal de las tareas. Asimismo, hay coincidencia en la necesidad de sesiones previas para dar instrucciones sobre el desarrollo de la actividad y los conceptos teóricos imprescindibles para desarrollarla. Se detecta un claro aumento de la motivación para el aprendizaje, la creatividad, la capacidad de decidir, la predisposición y la autocrítica. La libertad para decidir el tema en el que profundizar, verle una aplicación y poder disponer de los recursos y espacios de la facultad, se traduce en un mayor entusiasmo del alumnado y una mejora de las habilidades de búsqueda y organización de la información.

El profesorado destaca como dificultades: la gestión, la organización y la exigencia de una elevada dedicación de estas actividades. Además, el hecho de que sean menos programables y más imprevisibles requiere del profesorado implicado plena competencia en los temas que asesora. Una parte del profesorado también expresa preocupación por no tener una dinámica unitaria en la actuación del profesorado implicado: el cambio de metodología docente no es igualmente entendido por todo el colectivo, creando inseguridad y disparidad en las acciones.

Se subraya también una mayor complejidad en la evaluación y la importancia de la autoevaluación y la evaluación entre compañeros, presente en todos los casos de este estudio.

Finalmente, aunque el profesorado reconoce que trabajar con metodología ABP dificulta alcanzar tantos contenidos específicos de la materia como en el formato de clases magistrales, el logro en competencias transversales compensa con creces esta carencia.

4.2 Percepción del alumnado

El alumnado opina que el enfoque más práctico y autónomo de la actividad con ABP le aporta una sensación de mejor preparación para su desarrollo profesional, aunque recalca que exige un esfuerzo muy superior al de una actividad de formato clásico (no ABP). El "Alumnado ABP" valora positivamente el sobreesfuerzo para ir un paso más allá de lo que pide estrictamente la actividad. Se detecta claramente un mayor nivel de implicación activa

ISBN: 978-84-09-02970-9

en el trabajo en el caso de "Alumnado ABP". Sobre los roles del trabajo en equipo, el "Alumnado ABP" destaca que el reparto de tareas en actividades de ABP es más complejo, y ve una clara necesidad de definirlos para el buen desarrollo del trabajo. Este alumnado también destaca que las actividades el profesorado actúa más como guía que como transmisor de conocimientos, lo que parte del "Alumnado ABP" dice echar de menos. Por otro lado, algunos casos lamentan que esta metodología reduce el número de contenidos teóricos que se ven, a pesar de que se vean con más profundidad, y que hay disparidad de aprendizajes entre el alumnado debido a la temática concreta elegida por el trabajo de la actividad de ABP.

4.3 Producciones del alumnado

En la asignatura *English Communication Skills* el análisis de los artículos redactados y las presentaciones orales ha generado una reflexión sobre cómo debería ser una evaluación competencial trabajando con ABP. Esta reflexión ha dado lugar a modificaciones en la rúbrica de evaluación inicial. Las mejoras hacen énfasis en la necesidad de distinguir claramente tres aspectos: evaluación de la gramática inglesa, construcciones lingüísticas y estructura discursiva del trabajo, y por último, formulación correcta del problema planteado y soluciones propuestas. Se pone de manifiesto la dificultad de generar herramientas de evaluación adecuadas y completas.

Para la asignatura de *Prácticas integradas*, el análisis de los trabajos indica que el "alumnado ABP" responde más correctamente y profundizando más que el "alumnado no ABP" a: planteamiento, identificación de los objetivos, hipótesis de partida, metodología a seguir y variables a estudiar. En general, las producciones indican que el "alumnado ABP" mejora la capacidad para identificar y organizar la información necesaria para la resolución del problema planteado, para analizar los elementos clave para su resolución y para concretar las metodologías a aplicar, lo que indica una mejor consolidación de los conceptos trabajados. Las entrevistas posteriores a la realización de los trabajos revelan que tanto el "alumnado ABP" como el "alumnado no ABP" expresa la necesidad de trabajar a través de problemas reales durante el grado con el fin de sentirse preparado para afrontar situaciones en las que se encontrarán a lo largo de su vida profesional. Asimismo, destaca que incluir conceptos de otras asignaturas enriquece el trabajo realizado. Además, la vivencia y el trabajo de campo que incluye la asignatura son definidas por el alumnado como factores clave para recordar con facilidad cómo hacer un estudio análogo en una situación nueva. Todo el alumnado valora muy positivamente la asignatura *Prácticas integradas* ya que, sea o no con ABP, fomenta el aprendizaje autónomo y la integración de contenidos.

5. Conclusiones

El profesorado que ha participado en este estudio valora positivamente la capacidad de la metodología ABP, a través de la búsqueda de problemas relevantes, para motivar al alum-

ISBN: 978-84-09-02970-9

nado y potenciar su rendimiento, autonomía y autocrítica. Además, destaca que el trabajo competencial que se debe aplicar para resolver estos problemas garantiza el aprendizaje de las habilidades, conocimientos y valores necesarios para el desarrollo de la futura labor profesional del alumnado. Se recalca la gran importancia de trabajar en contextos interdisciplinarios y la repercusión que ello tiene en el logro de competencias transversales. Este profesorado señala como dificultades: la gestión e impartición de los contenidos de las asignaturas, la gestión y organización del profesorado implicado, y el diseño de una evaluación competencial ajustada a los objetivos de la asignatura. Expone también preocupación respecto a la uniformidad de seguimiento o tutoría del profesorado en cuanto a la aplicación de la metodología ABP.

El alumnado valora especialmente que esta metodología lo acerca a contextos más parecidos a los que encontrará en su vida profesional. Se siente más involucrado en su proceso de aprendizaje, que ve más natural que una metodología docente más tradicional. Una parte del alumnado expresa inseguridad, lamentando la falta de transmisión directa de contenidos por parte del profesorado, denotando así la persistencia de la visión del aprendizaje como la incorporación de conceptos transmitidos por éste.

Ante los resultados expuestos, se proponen algunas indicaciones para mejorar y optimizar didácticamente las actividades ABP actuales y futuras de nuestra facultad:

• El profesorado involucrado en actividades ABP debe tener a su disposición un plan de formación con el fin de ayudarle a superar algunas dificultades inherentes a la metodología. Esta formación debe incluir, entre otros aspectos, la organización, el diseño y el seguimiento de las actividades, así como la construcción de los elementos evaluadores.

• El profesorado asignado a las actividades ABP debe ser el más adecuado al ámbito de conocimiento del tema tratado, para así poder hacer un asesoramiento apropiado, cuidadoso y completo.

• La guía del profesorado tutor asignado a estas actividades, así como su asesoramiento, debe ajustarse a los objetivos que la metodología ABP contempla, haciendo énfasis en el fomento del aprendizaje autónomo del alumnado.

• Para las asignaturas de un mismo grado que usen esta metodología, es recomendable constituir un grupo de trabajo que coordine estrategias de trabajo cooperativo y diferentes proyectos interdisciplinares.

• El alumnado que participa o participará en actividades impartidas con metodología ABP debe tener a su disposición información relativa a esta metodología que explique las diferencias principales respecto a otros métodos docentes.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Referencias

Allen, D.E., Duch, B.J., Groh, S.E. (1996). *The Power of Problem-Based Learning in Teaching Introductory Science Courses*. New Directions for Teaching and Learning, 68.

Bodner, G.M. (1992). *Why Changing the Curriculum May Not be Enough*. Journal of Chemical Education, 69, 186-190.

Coles, C. (1991). *Is Problem-Based Learning the Only Way?* In D. Boud and G. Feletti (eds.), The Challenge of Problem-Based Learning. New York: St. Martin's Press.

Czujko, R. (1994). *Physics Job Market: A Statistical Overview*. AAPT Announcer, 24 (4), 62.

Delgado Trujillo, A., De Justo Moscardó, E. (2018). *Evaluación del diseño, proceso y resultados de una asignatura técnica con aprendizaje basado en problemas*. Educación XX1, 21(2), 179-203, doi: 10.5944/educXX1.19415.

Dunkbase, J.A., Penick, E. (1990). *Problem Solving in the Real World*. Journal of College Science Teaching, 19 (6), 367-370.

Jiménez, J., Lagos, G., Jareño, F. (2013). *El aprendizaje basado en problemas como instrumento potenciador de las competencias transversales.* e-pública. Revista electrónica sobre la enseñanza de la Economía Pública, 13, 44-68.

López-Zafra, E., Rodríguez-Espartal, N., Contreras, L., Augusto, J. (2015). *Evaluación de una experiencia de Aprendizaje Basado en Problemas en estudiantes universitarios.* Revista d'Innovació Docent Universitària, 7, 71-80.

Martínez-Rodríguez, A., Torrijo-Boix, S. (2018). *Implementación de la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) en estudiantes de último año de la carrera de Nutrición.* Universitat Politècnica de València, Congreso in Red, 992 pp.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Una experiencia universitaria del aprendizaje basado en proyectos.

S. Sempere Ripoll[a], M. Valor Valor[b]. J.F. Pico Silvestre[c,] E. Julia Sanchis[d] y J. Perez Fuster[e].

ssempere@dig.upv.es; mvalor@dig.upv.es; juapisil@cpa.upv.es; erjusan@mes.upv.es.

[a, b, e] Departamento de Ingeniería Gráfica, Universitat Politècnica de València, Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801, Alcoy, España.

[c] Departamento de Composición Arquitectónica, Universitat Politècnica de València-Campus de Alcoy, Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801, Alcoy, España.

[d] Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Universitat Politècnica de València, Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801, Alcoy, España.

Abstract

In this paper we want to present the experience carried out in the Campus of Alcoy at Universitat Politècnica de València (UPV) related to the development of a project-based learning methodology in the Bachelor's Degree in Industrial Design Engineering and Product Development.

The first experience developed by students and teachers from different fields of knowledge and different training - both academic and professional - was the preparation of a series of proposals through the successive stages involved in the development of a product.

The potential of this experience and the understanding that all this effort supposed a remarkable improvement in the learning process, encouraged us to start a second experience that would confirm the viability of the project-based learning methodology once more.

Considering the variety of studies in our campus, it was proposed to expand to other degrees the development of multidisciplinary projects. A proposal open to students and teachers in the degree of Mechanical Engineering, Computer Science and Electrical Engineering.

This approach has led to more complete projects according to innovative and real life industrial products.

***Keywords**: project-based learning, PBL, industrial design, multidisciplinary projects.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

Resumen

En esta ponencia queremos exponer la experiencia llevada a cabo en el Campus de Alcoy de la Universitat Politècnica de València (UPV) relacionada con el desarrollo del aprendizaje basado en proyectos en el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (GIDIDP).

La primera experiencia elaborada con alumnos y profesorado del GIDIDP, profesores de distintas áreas de conocimiento y diferente formación -tanto académica como profesional- fue la elaboración de una serie de propuestas que debían atravesar las sucesivas fases implicadas en el desarrollo de un producto.

El potencial de esta experiencia, la constatación de que todo este esfuerzo supuso una notable mejora en el proceso de aprendizaje, nos animó a plantear una segunda experiencia que confirmara, de nuevo, la viabilidad del aprendizaje basado en proyectos.

Teniendo en cuenta la variedad de títulos del Campus, se planteó llevar a cabo el desarrollo de proyectos multidisciplinares ampliando la participación al resto de titulaciones. Una propuesta abierta a alumnos y profesores del resto de grados desarrollados en el Campus de Alcoy, de los cuales participaron el grado de Mecánica, Informática y Electricidad.

Este enfoque ha propiciado propuestas de proyectos más completos en sintonía con los productos industriales más actuales o innovadores.

Palabras clave: *aprendizaje basado en proyectos, ABP, diseño industrial, proyecto multidisciplinar.*

1. Introducción

Cada vez es más evidente que el Diseño Industrial está adoptando un fuerte carácter multidisciplinar, lo que nos lleva a reconocer que, en la práctica, la tarea de un diseñador industrial es básicamente la acción de proyectar a distintos niveles. Por ello, proponemos como metodología docente un aprendizaje basado principalmente en "proyectos".

La existencia en los estudios universitarios de áreas de conocimientos de compleja comprensión aislada, originada por la especialización que los continuos avances de la ciencia y de la tecnología demandan, dificulta el aprendizaje en muchas de las ramas del conocimiento. Esta situación se ve agravada en el campo del diseño industrial dado el potencial carácter multidisciplinar del mismo.

Como alternativa a esta situación está la promoción de actividades que reúnan esta diversidad, transversalidad y coherencia de conocimientos. El proyecto como método de aprendizaje resulta idóneo para este fin, puesto que requiere reunir y asociar conocimientos y niveles de formación diferentes para lograr un objetivo común. La experiencia de tener que enfrentarse a diferentes situaciones tanto profesionales reales, como cotidianas, permite reforzar y afianzar los conocimientos implicados, a tratar, en las diferentes asignaturas.

ISBN: 978-84-09-02970-9

El problema más importante, a la hora de aplicar esta metodología en el ámbito universitario, deriva de la propia organización de los títulos. Esta organización depende del criterio y responsabilidad de las Escuelas que albergan las titulaciones, mientras que la contratación del personal docente depende –unilateralmente- de los departamentos. El hecho de que los profesores pertenezcan a distintos departamentos dificulta en gran medida la coordinación enfocada, según nuestra propuesta, a la participación multidisciplinar dentro de las asignaturas del título. De ahí, surge la necesidad de plantear una experiencia educativa fuera de la docencia reglada basada en proyectos reales, como punto de partida a la posible implantación de esta metodología docente, y que de esta forma fundamente la base metodológica de la enseñanza dentro del GIDIDP de la UPV.

Este enfoque ha propiciado que los resultados de los proyectos presentados hayan sido más completos y, por supuesto, en sintonía con los productos industriales actuales o innovadores. Todo ello y teniendo en cuenta además que, la tarea ha exigido niveles de resolución más compleja, ha presentado resultados de aprendizaje mayores, por lo que la calificamos de muy enriquecedora.

2. La experiencia realizada.

Para poder experimentar en el Campus de Alcoy de la UPV la viabilidad del aprendizaje basado en proyectos, un grupo de profesores del GIDIDP de distintas áreas de conocimiento y con titulaciones diferentes, junto con un grupo de alumnos alumnos de diferentes cursos y niveles de formación, han estado trabajado en el desarrollo de proyectos desde la fase conceptual hasta el desarrollo del prototipo, incluida la exposición pública del mismo.

Esta idea enfocada a desarrollar proyectos reales se plantea como una iniciativa particular ante la proliferación de trabajos que, a lo largo de los estudios de esta titulación concreta, tratan parcialmente los aspectos implicados en el desarrollo de un producto. Por ello, se decide constituir un grupo dentro del programa Generación Espontánea de la de la Universitat Politècnica de València, cuya principal función es promover el desarrollo de iniciativas autónomas en los alumnos y en este caso concreto en el terreno del diseño del producto. Este programa fomenta y apoya las actividades extracurriculares desarrolladas por alumnos, equipos y/o asociaciones de la universidad, contribuyendo de esta manera al desarrollo formativo que conduce a la adquisición de competencias transversales.

Las primeras experiencias se empezaron al inicio del curso, se publicitó la convocatoria del proyecto a todos los alumnos del Grado, a excepción de los grupos de primer curso, por considerar que estos carecen de conocimientos suficientes para afrontar la complejidad del reto propuesto. Tras estas primeras experiencias, se demostró conveniente iniciar la tarea al finalizar el curso en vigor, con el objetivo de adelantar parte del proceso del proyecto y obtener más tiempo de reflexión en beneficio del siguiente curso de trabajo.

2.1 Fases del proyecto

Para llevar a cabo esta actividad, se planteó reservar una franja horaria regular y totalmente compatible con la agenda de actividades regladas del alumnado.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Esta programación continua ha mantenido una estructura coordinada en fases prefijadas que se exponen a continuación:

1) En la primera fase se hizo una selección de los productos a diseñar, una condición fundamental fue que las propuestas tuvieran un nexo común. Estas sesiones se caracterizaron por la puesta en práctica de diferentes técnicas de estímulo de la creatividad. Tuvo dos objetivos, por un lado, observar la evolución de los conceptos e ideas a desarrollar y, por otro, establecer un nexo de convivencia, conocimiento y respeto entre los participantes.

2) En la segunda fase, y una vez decidido el qué se va a diseñar, se pasó a la fase de organización de los equipos de trabajo, para poder asignar las propuestas. Los equipos se organizaron teniendo en cuenta las afinidades y compatibilidad en la aptitud y actitud de los alumnos. En esta fase, cada equipo eligió una de las propuestas de diseño de producto. Se tuvo en cuenta que una misma propuesta no sea elegida por equipos diferentes.

3) En una tercera fase, y tras el reparto o elección, cada equipo pasó a profundizar y a perfilar la problemática implícita en cada idea de producto seleccionado. A continuación, se efectuó una sesión de confrontación o contraste de opiniones recurriendo a una corta exposición en la que se presentaron estas ideas al resto de equipos. Esta acción tuvo como objetivo favorecer los procesos de retroalimentación e identificar los puntos débiles a rectificar o los puntos fuertes a desarrollar en las propias propuestas.

4) En una cuarta fase, cada equipo, con las aportaciones recibidas, terminó por definir y desarrollar la idea del producto a un nivel superior, mediante el empleo de maquetas a pequeña escala (papel, cartón, etc.) y con la ayuda de los primeros bocetos en dos y tres dimensiones. En esta fase se tuvieron en cuenta las funciones y/o restricciones del producto con respecto a materiales y los posibles procesos de fabricación de los elementos componentes del producto. Materiales y procesos que son parte del propio diseño del producto.

5) En una quinta fase, una vez decidido sobre el material a emplear y sobre cómo se fabricará el producto, se definieron los detalles de fabricación y ensamblaje con la consiguiente elaboración de los primeros planos. Se llevaron a cabo los cálculos propios de estabilidad y resistencia según lo indicado en la normativa de seguridad relativa a cada producto para poder dimensionar correctamente sus elementos componentes. Además, se realizó un estudio de viabilidad para analizar técnica y económicamente el producto diseñado. De nuevo, se procedió a la exposición del resultado en una presentación pública en la que se debatieron nuevas aportaciones por parte del resto de los equipos.

6) En una sexta fase se decidió definitivamente qué es lo que se va a construir. Se reorganizaron los equipos y se asignaron tareas especializadas según las capacidades (aptitudes y actitudes demostradas durante las anteriores fases del proceso) de cada alumno. Se consideró conveniente iniciar la búsqueda de proveedores y de posibles empresas colaboradoras para la construcción de los diseños ya definidos.

7) En una séptima fase cada equipo trabajó con la en la elaboración de la documentación necesaria para la fabricación y ensamblaje de los productos. Se realizaron los planos técnicos constructivos acorde a los procesos existentes en las empresas colaboradoras, así como

ISBN: 978-84-09-02970-9

la preparación de un pliego de condiciones técnicas de materiales. Se confecciono el material gráfico de presentación de producto, como son los renderizados en 3D, fotografías, videos, etc. En esta fase, se entabló contacto directo con los proveedores y las empresas colaboradoras en la fabricación de los prototipos con el objetivo descrito de la elaboración de la documentación técnica necesaria para la construcción de los prototipos.

8) En una octava fase, se llevó a cabo el diseño del stand (ajustable a diferentes espacios, ergonómico en sus dimensiones, portátil, de rápido y fácil montaje/desmontaje) y la gestión y coordinación derivada del hecho de enviar los prototipos a exposición pública, a nivel profesional como son: los eventos expositivos, las ferias (Valencia, Milán, Barcelona), todo tipo de concursos, etc. A todo ello, hay que añadir la organización en la asistencia a estos eventos para la atención al público interesado.

2.2 Participantes

Las primeras experiencias se centraron exclusivamente en alumnos y profesores del GIDIDP, pero viendo el potencial de variedad de títulos del Campus de Alcoy se planteó llevar a cabo el desarrollo de proyectos multidisciplinares no solo con alumnos del GIDIDP sino con la participación de profesores y alumnos de los Grados de Mecánica, Informática y Electricidad, dando lugar a proyectos más complejos de llevar adelante, pero con resultados de aprendizaje mayores.

Para la fabricación de los prototipos se ha recurrido a diferentes empresas del tejido industrial próximo como son Actiu (Castalla), Mayans Selecció S.L (Alcoy), Agulló Novella, S.L (Ibi). En la edición de curso 2017-18, además se ha ampliado el abanico de colaboradores. Un equipo de docentes y alumnos del Instituto de Formación Profesional Cotes Baixes de Alcoi materializaron los modelos propuestos y otras empresas como Mecanizados Sinc S.L. y La Tapicería, S.L.

3. Resultados

Desde el curso académico 2013-14 se ha estado desarrollando esta experiencia docente basada en el aprendizaje por proyectos obteniéndose los resultados que se ofrecen a continuación.

La primera experiencia docente basada en el aprendizaje basado en proyectos se llevó a cabo en el GIDIDP en el Campus de Alcoy de la UPV durante el curso 2013-14. Se desarrollaron diferentes productos que se expusieron en la feria del mueble de Valencia celebrada en febrero de 2014 (Fig. 1).

La experiencia fue muy positiva para los alumnos ya que experimentaron todo el proceso de diseño desde el concepto a la producción. Además, la posterior exposición en una feria profesional supuso la puesta en escena de acciones similares a las que se realizan en el mundo profesional, sobre todo al permitir el intercambio de información con empresas del sector.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Figura 1. Productos curso 2013-14

Tras el resultado de la primera experiencia, se planteó durante el siguiente curso (2014-15) la conveniencia de que existiera un nexo en todos los proyectos proponiéndose el tema "*con la casa a cuestas*". Esta idea directriz facilitó la creación de una serie de productos que pudieran ocupar el espacio de una maleta de mano. Se expuso también en la feria del mueble de Valencia que se celebró en febrero de 2015 (Fig. 2).

Figura 2. Productos curso 2014-15

Para la siguiente convocatoria (curso 2015-16), se propuso el siguiente tema "*la oficina en casa*". A partir de esta idea se contactó con empresas del sector para que se involucraran en los proyectos y fabricaran los prototipos. Esto permitió a los alumnos conocer en primera persona los procesos y problemas a resolver en el proceso de fabricación de cualquier producto de nuevo diseñado. Los prototipos desarrollados se expusieron en la Semana de Diseño de Milán en Ventura Lambrate, en abril de 2016 (Fig. 3).

Figura 3. Productos curso 2015-16

ISBN: 978-84-09-02970-9

En la experiencia realizada durante el curso 2016-17 se plantea el programa especial "*Retos*" con el objetivo de llevar a cabo el desarrollo de proyectos multidisciplinares que impliquen a profesores y alumnos de diferentes disciplinas. Junto al equipo del GIDIDP participaron otros profesores y alumnos del Grado de Mecánica, Informática y Electricidad. Esta ampliación supuso un gran desafío durante su desarrollo por la dificultad de coordinar los distintos proyectos y los numerosos participantes, en un guiño a esta dificultad el Reto se publicito con el nombre de *Miracle* (Milagro). Los prototipos desarrollados se expusieron en la Semana de Diseño de Milán en Ventura Lambrate, en abril de 2017 (Fig. 4).

Figura 4. Productos curso 2016-17

Durante el último curso 2017-2018 se realizó de nuevo la experiencia esta vez con grupos más dispares. Las características de los grupos de alumnos son diferentes en cada curso y esta vez los temas tratados y los objetos diseñados se adaptaron a las circunstancias y a las condiciones de ellos. Los trabajos realizados se expusieron en el Salón Nude de la Feria Hábitat de Valencia (Fig. 5), celebrada durante el mes de septiembre de 2018.

Figura 5. Productos curso 2017-18

Actualmente, en el curso 2018-2019 continuamos la experiencia con dos retos en desarrollo: la investigación en mobiliario de descanso y espera para áreas públicas tanto en el interior de edificios como en el exterior en espacios urbanos y, por otro lado, preparar soportes expositivos para el material histórico científico que posee la UPV- Campus d'Alcoi dentro del ámbito de la creación del Museo de Arqueología Industrial del Campus. La intención es presentar los resultados de nuevo en el Salón NUDE de la Feria Habitat de Valencia en septiembre de 2019.

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Conclusiones

A partir del trabajo desarrollado en la línea del aprendizaje basado en proyectos, se ponen de manifiesto las ventajas que esta metodología aporta a los estudiantes en los siguientes términos:

a) El trabajo en equipo, como parte fundamental de la naturaleza multidisciplinar de los proyectos desarrollados.
b) Las relaciones con la empresa, como motivación que les abre posibilidades de integración en el mundo laboral.
c) Las relaciones nacionales e internacionales, a partir de contactos con otras instituciones que aportan una visión cultural distinta a la nuestra, redundando en un enriquecimiento de la experiencia.

Por otro lado, señalar los problemas que la implantación de esta metodología tiene en el ámbito universitario:

a) La dificultad de encontrar profesorado dispuesto a implantar el aprendizaje basado en proyectos ya que consideran que es un esfuerzo sin apenas reconocimiento.
b) Es una metodología muchas veces desconocida e infravalorada por el alumnado, que entiende que con ella el alumno es el único que trabaja.

Por último, señalar que, con esta experiencia como punto de partida, uno de los principales objetivos es el de incorporar de manera progresiva la metodología del aprendizaje basado en proyectos al plan de estudios del GIDIDP en el Campus de Alcoy de la UPV.

Referencias

Aranda, S. R. (2009). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas, 26*, 1-6. Recuperado de https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_24/SONIA%20_REBOLLO%20ARANDA_1.pdf

Decreto 182/2011, de 25 de noviembre, del Consell, por el que se aprueban los Estatutos de la Universitat Politècnica de València, Diari Oficial de la Comunitat Valenciana del 29/11/2011, nº 6661 (pp. 39225-39266).

Memoria de Verificación del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Recuperado de http://www.upv.es/titulaciones/GIDIDP-A/menu_urlc.html?/titulaciones/GIDIDP-A/info/GIDIDP_mva.pdf

García-Almiñana, D., & Amante García, B. (2006). Algunas experiencias de aplicación del aprendizaje cooperativo y del aprendizaje basado en proyectos. En *I Jornadas de Innovación E*ducativa. Escuela Politécnica Superior de Zamora. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/handle/2117/9489.

Generación Espontánea. Universitat Politècnica de València. Recuperado de http://generacionespontanea.upv.es/

Pozuelos Estrada, F. J., Rodríguez Miranda, F. D. P., & Travé González, G. (2012). El enfoque interdisciplinar en la Enseñanza universitaria y el aprendizaje basado en la investigación. Un estudio de caso en el marco de la formación. *Revista de Educación, 357*, 561-585. Recuperado de http://www.revistaeducacion.educacion.es/re357/re357_25.pdf

ISBN: 978-84-09-02970-9

Aplicación de la metodología "Aprendizaje Basado en Problemas" en la asignatura "Materiales ecoeficientes" para la obtención de un material biodegradable

M. Aldas[a,b], C. Pavón[a], M. D. Samper[a] y M.P. Arrieta[c]
miguel.aldas@epn.edu.ec; crisppavonv@gmail.com; masammad@upvnet.upv.es; marrie06@ucm.es

[a] Instituto de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València, 03801, Alcoy, España
[b] Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional, 170517, Quito, Ecuador
[c] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Avenida Complutense s/n, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España.

Abstract

The work exposes the results obtained in the application of the Problem Based Learning (PBL) methodology, in a laboratory class of a subject in the area of Materials Science, in the Master program of Engineering, Processing and Characterization of Materials, at the Polytechnic University of Valencia. The application of the methodology was carried out considering the guidelines reported in the bibliography, and the results were compared with those of a conventional class. To motivate the involvement of the students in the class, a problem was designed in an area of biodegradable materials. As well, the students were encouraged to establish the processing conditions they considered appropriate. The results showed that the application of this methodology increased the interaction between the students, which, according to the teacher, reinforced the technical knowledge and favored critical thinking. This allows the students to be able to make decisions and analyze their results satisfactorily. Correspondingly, the 85% of students reported that they were involved more than in a conventional class, because they were allowed to focus on the solutions of the problem and were not limited to only follow the teacher's instructions.

Keywords: *Problem based learning; PBL, conventional classes; thermoplastic starch; TPS; biodegradable polymers.*

Resumen

El presente trabajo expone los resultados alcanzados en la aplicación de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en una clase práctica

ISBN: 978-84-09-02970-9

de una asignatura del área de Ciencia de Materiales, en el programa de Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales de la Universitat Politècnica de València. La aplicación de la metodología se realizó tomando en cuenta los lineamientos reportados en bibliografía, y los resultados fueron comparados con aquellos de una clase convencional. Para motivar la participación de los alumnos se diseñó un problema en un área de materiales biodegradables, y se incentivó la participación de los estudiantes para que sean ellos los que establezcan las condiciones de procesamiento que consideren adecuadas. Los resultados mostraron que la aplicación de esta metodología aumentó la interacción entre los estudiantes, lo que según el profesor reforzó el conocimiento técnico y favoreció al pensamiento crítico, permitiendo que los estudiantes sean capaces de tomar decisiones y analizar sus resultados de forma satisfactoria. El 85% de los estudiantes, por su parte, reportaron que se involucraron más que en una clase convencional, pues se les permitió enfocarse en la resolución del problema planteado y no se los limitó a seguir las indicaciones del profesor.

Palabras clave: *Aprendizaje basado en problemas; ABP; clases convencionales; almidón termoplástico; polímeros biodegradables.*

1. Introducción

Uno de los inconvenientes que se presentan en las clases tradicionales se debe a que, al ser un modelo basado en el profesor, los conocimientos y experiencia de éste con respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje, limitan la enseñanza y provocan que las estrategias que use en sus clases se tornen subjetivas (Hmelo-Silver y Barrows, 2006). En general las clases tradicionales tienden a convertir al alumno en un ente que adquiere conocimientos de forma superficial, ya que únicamente se esfuerza por reconocerlos y memorizarlos con el propósito de reproducirlos en una evaluación que le permitirá aprobar un curso (Gorghiu, Drăghicescu, Cristea, Petrescu, y Gorghiu, 2015). De esta manera, el estudiante no busca desarrollar habilidades como su creatividad o la capacidad de integrar diferentes conceptos dentro de su área de estudios.

En el caso de las clases prácticas o laboratorios que se dictan de manera convencional, el profesor también podría limitar el desarrollo del alumno, ya que, al contar con experiencia en el tema, conoce la solución directa de los diferentes problemas que pueden presentarse. Esto hace que el profesor lleve la clase de forma que impide que el alumno encare por sí mismo estas dificultades e inconvenientes (Hofstein y Lunetta, 2008). Por lo tanto, se pueden estar generando alumnos pasivos que solo se limitan a seguir las instrucciones del profesor (Lycke, Grøttum, y Strømsø, 2006). Esto los hace poco creativos, con baja iniciativa e incapaces de tomar decisiones técnicas. Si a todo esto, además, se le añaden las exigencias actua-

ISBN: 978-84-09-02970-9

les del mercado laborar y la industria, quienes requieren profesionales competentes tanto teórica como técnicamente y con un razonamiento crítico que permita resolver diversas dificultades que se presentan en un entorno cambiante (Vardi y Ciccarelli, 2008), resulta indispensable que el profesor o guía cambie la metodología con la que imparte clases hacia una metodología más centrada en el alumno, para que de forma conjunta, tanto profesor y alumno, puedan construir el conocimiento (Hmelo-Silver y Barrows, 2006).

En este contexto, el aprendizaje basado en problemas (ABP) es un modelo constructivista que ayuda a desarrollar la capacidad de resolver problemas, tanto en el área de las matemáticas, como de ciencias y tecnologías; y que también contribuye con el desarrollo de habilidades profesionales (Gorghiu et al., 2015; Lou, Shih, Diez, y Tseng, 2011). El enfoque del ABP motiva el aprendizaje de los alumnos por medio de la solución de problemas, de forma diferente del enfoque tradicional, que presenta problemas cuando se han impartido todos los conocimientos necesarios (Vardi y Ciccarelli, 2008). En el ABP los alumnos generan su conocimiento de manera que puedan tomar decisiones y reflexionar sobre las consecuencias de estas. En dicha estrategia, el profesor tiene el rol de promover la construcción de conocimiento de forma colaborativa (Hmelo-Silver y Barrows, 2006; Lycke et al., 2006).

Una de las opciones para poner en práctica la metodología ABP, es la impartición de sesiones de laboratorios, donde el alumno tiene la oportunidad de poner en práctica los conocimientos teóricos que ha adquirido. En el caso específico de la asignatura "Materiales Ecoeficientes", del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales, impartido en la Universitat Politècnica de València (UPV), los alumnos aprenden, entre otras cosas, acerca del uso responsable de diversos materiales, entre ellos los polímeros y plásticos, para evitar problemas de contaminación actuales y futuros. Además, tienen el conocimiento para formular nuevos materiales que sean biodegradables a corto y mediano plazo. Sin embargo, aún no han desarrollado la habilidad para operar y manipular equipos de procesamiento y caracterización de materiales, pues, aunque se les imparte la información teórica durante toda su carrera, es muy difícil que el conocimiento sea sólido si el alumno no tiene la oportunidad de poner en práctica sus conocimientos. Por esto, en el presente trabajo se expone un estudio sobre la implementación del ABP en el laboratorio de la asignatura mencionada, a los alumnos del curso académico 2018/2019, con el fin de evaluar las mejoras en cuanto al grado de atención y participación del alumnado, su capacidad de análisis e interpretación de resultados, y la toma de decisiones; y contrastar los resultados con los obtenidos de una clase práctica convencional.

2. Trabajos Relacionados

En el estudio realizado por Lou, et al., publicado en la revista *"Journal of Technology and Design Education"* en 2011, se analiza el efecto de la aplicación de la estrategia de ABP en las actitudes de estudiantes de secundaria con respecto a un aprendizaje de conocimientos

ISBN: 978-84-09-02970-9

integrados. Para esto, se trabajó con 40 estudiantes voluntarios, que se agruparon en 18 grupos, para participar en un concurso para construir un tranvía solar eléctrico. El progreso de cada grupo se siguió mediante una plataforma de internet y entrevistas a los alumnos. Como resultado se obtuvo que el ABP ayuda a integrar y aplicar los conocimientos de diferentes áreas, ayudando a que alumnos obtengan conocimientos más sólidos (Lou et al., 2011). Por otro lado, en el estudio "Aprendizaje basado en problemas: ¿Qué y cómo aprenden los estudiantes?", realizado por Hmelo-Silver, publicado en la revista *"Educational Psychology Review"* en 2004. Se presenta una revisión del uso del ABP y los resultados obtenidos en diferentes áreas con respecto a los objetivos del uso de esta estrategia. Se determinó que el ABP resulta eficaz para desarrollar la habilidad de solución de problemas y el aprendizaje autodirigido, mientras que no existe evidencia de que el ABP sea eficaz para desarrollar la capacidad de colaborar con compañeros o para generar una motivación intrínseca. Además, se encontró que las áreas donde se ha implantado esta técnica en mayor proporción son las ciencias médicas y en educación para estudiantes dotados, por lo que se sugiere su aplicación en otras áreas (Hmelo-Silver, 2004). Finalmente, Vardi y Ciccarelli analizan los problemas que tienen profesores y alumnos para adaptarse a la aplicación de ABP en un curso de tercer nivel de estudios en el área de la salud en Australia, y proponen soluciones para una aplicación efectiva de esta estrategia de aprendizaje. El estudio fue publicado en la revista *"Innovations in Education and Teaching International"* en 2008. Como resultado, se concluyó que para una aplicación efectiva del ABP es necesario trabajar con diferentes estrategias simultáneas, lo que mejora el desempeño de los estudiantes (Vardi y Ciccarelli, 2008).

3. Metodología

Esta sección se ha dividido en cuatro partes en las cuales se describe la implementación de la metodología, la definición del problema a ser tratado con la metodología ABP, el desarrollo de la clase práctica y la evaluación de la estrategia.

3.1 Implementación de la metodología ABP

Para implementar la metodología ABP en una práctica de laboratorio, se usó como guía el trabajo de Brock Enger et al. (2002) y Lycke et al. (2006) (Brock Enger et al., 2002; Lycke et al., 2006). Los pasos seguidos fueron:

i. Diseñar un problema sobre un tema de interés, que además resulte atractivo para los estudiantes de manera que se sientan motivados para obtener una o más soluciones.
ii. Entregar el problema a los estudiantes y permitir que lo analicen en grupos.
iii. Dar una guía o explicación y clarificación de los temas y conceptos, ya adquiridos con anterioridad pero que se consideran necesarios para resolver el problema.
iv. Entregar a los estudiantes lo recursos necesarios (artículos científicos, internet, apuntes de clase) para que realicen una revisión bibliográfica de manera que los grupos planteen hipótesis, objetivos y realicen una planificación para resolver el problema

ISBN: 978-84-09-02970-9

v. Realizar una presentación de las soluciones de cada grupo en clase, de manera que se produzca una retroalimentación, entre los estudiantes y con la ayuda del profesor.
vi. Llevar a cabo la solución planteada.

3.2 Definición del problema propuesto para implementar la metodología ABP

El problema al que se tuvieron que enfrentar los alumnos en la clase práctica fue el de formular y obtener un material biodegradable a partir de almidón, que presente las propiedades mecánicas más altas, en resistencia a la tensión y porcentaje de elongación.

3.3 Desarrollo de la clase práctica

Para desarrollar la clase práctica se formaron grupos de trabajo entre los alumnos, de máximo cuatro personas. Cada grupo trabajó en el problema planteado. Por su parte, el profesor expuso los conceptos necesarios para el desarrollo de la clase práctica, la cual se llevó a cabo en tres sesiones diferentes, en las cuales se desarrollaron las siguientes actividades:

- Sesión 1: cada grupo debía buscar las posibles soluciones al problema; para lo cual recabaron información y generaron un plan de acción con las soluciones propuestas. Al finalizar la clase, todos los grupos expusieron sus ideas y entre todos propusieron un solo plan de acción, con las actividades que seguirían en la sesión 2.
- Sesión 2: Cada grupo se hizo cargo de desarrollar una de las actividades propuestas, siempre bajo la supervisión del profesor. Para ello, hicieron uso de las máquinas y equipos disponibles en el laboratorio. Al finalizar esta actividad, generaron un reporte de resultados para ser analizado en la siguiente sesión.
- Sesión 3: Todos los grupos expusieron los resultados alcanzados en la práctica, con el fin de analizarlos y seleccionar la mejor solución propuesta, para obtener el material requerido. Finalmente, se evaluó la aplicación de la metodología ABP en esta actividad.

Cabe mencionar que la manipulación de las máquinas de procesamiento y caracterización se realizó bajo la supervisión y acompañamiento del profesor, debido cuestiones de seguridad, ya que son equipo de alta potencia. Sin embargo, en ningún caso, el profesor intervino en el desarrollo de la práctica, para permitir que los alumnos sean quien resuelvan el problema con las herramientas que creían convenientes.

3.4 Evaluación de la implementación de la metodología

Para evaluar los resultados de la implementación de la metodología ABP se utilizaron los mismos parámetros que indica el trabajo de Vardi y Ciccarelli (2008). En primer lugar, el profesor realizó una evaluación del desempeño, el tiempo empelado y los resultados de cada sesión práctica. En segundo lugar, se hizo una encuesta al alumnado, para determinar el índice de aceptación del método con respecto a los métodos tradicionales a los que estaban habituados. Finalmente se realizó una evaluación de una exposición de resultados de cada grupo (Vardi y Ciccarelli, 2008).

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Resultados

En esta sección se presentan tanto los resultados de la clase práctica realizada como los resultados de la implementación de la metodología ABP.

4.1 Resultados de la clase práctica

Una vez planteado el problema, los alumnos, por iniciativa propia, investigaron en las bases de datos científicas y no científicas, las posibles alternativas de materiales a utilizarse, así como lineamientos para la formulación y procesamiento del material, que pueda ayudar con la solución de su problema. Las alternativas que plantearon giraron en torno a: a) tipo de almidón a utilizar según su origen (almidón de maíz o trigo); b) tipo de aditivo para plastificar (glicerol, sorbitol o una mezcla entre ambos) y, c) condiciones de procesamiento (perfil de temperatura bajo: 80-90-100 °C, perfil medio: 100-110-120 °C y perfil alto: 120-130-150 °C).

Después de un debate entre todos los grupos, decidieron realizar la clase práctica solamente con un tipo de almidón, almidón de maíz, por la facilidad de su disponibilidad. Sin embargo, dado que se requiere tener una ventana de propiedades de material, para después seleccionarlos, decidieron mantener las tres alternativas de tipo de plastificante. Finalmente, con base en la revisión bibliográfica, determinaron que el perfil de temperaturas también podría afectar a las propiedades finales del material, por lo que el grupo decidió dejar este parámetro como variable, y estudiar las tres condiciones de temperatura. De esta manera, para realizar la sesión 2, los alumnos tenían ya definidos los materiales a formular y las condicionas para procesarlos. La nomenclatura que se usó para distinguir cada material fue: TPS-G, para el material de almidón termoplástico plastificado con glicerol; TPS-S, para el símil con sorbitol; y TPS-GS, para el material plastificado con una mezcla de glicerol sorbitol al 50%.

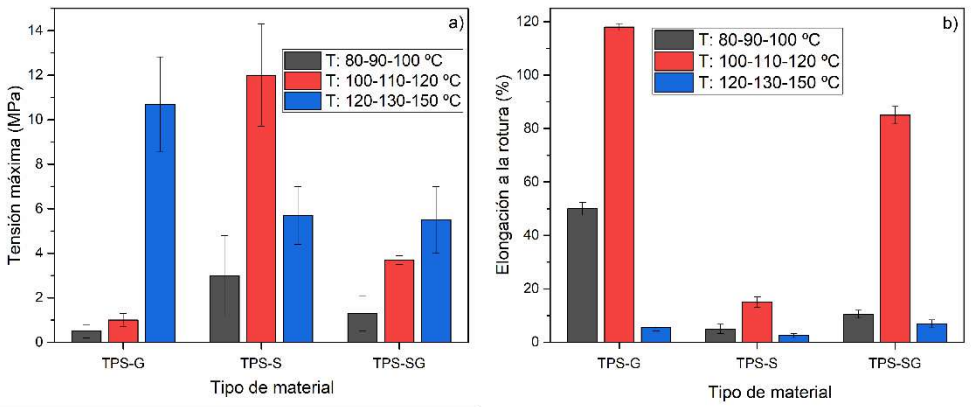


Figura 1. Resultados de propiedades mecánicas de los materiales obtenidos

La Figura 1 muestra los resultados de caracterización de los materiales obtenidos por los alumnos, según sus propiedades mecánicas de resistencia a tracción (Figura 1-a) y elongación

ISBN: 978-84-09-02970-9

a rotura (Figura 1-b). Se puede observar que los materiales con valores mayores de resistencia a tracción son los que contienen como plastificantes al glicerol y al sorbitol. Además, la temperatura de procesamiento ideal para obtener alta resistencia mecánica resultó ser el perfil de mayor temperatura. Por otro lado, si se observa la elongación a rotura, el material más idóneo que se adapta al requerimiento propuesto es el que se formuló con glicerol, pero con el perfil medio de temperatura.

Para la sesión 3, y ya con los resultados experimentales evaluados, los alumnos fueron capaces de plantear dos posibles soluciones para resolver el problema propuesto, basados en un análisis de los resultados alcanzados. Ellos mismos pudieron constatar que sus conocimientos técnicos les habían sido útiles para enfrentarse a una situación antes desconocida.

4.2 Resultado de la implementación de la metodología ABP

La evaluación de la metodología ABP, por parte del profesor, mostró que el 85% de los estudiantes tenían una mayor implicación en la resolución del problema. Además, se observó que los estudiantes interactuaban mucho más tiempo, a diferencia de la clase convencional. Con esta metodología, ya no esperaban recibir indicaciones o instrucciones y eran capaces de poner en práctica los conocimientos adquiridos, así como también de utilizarlos para tomar decisiones. El profesor notó que los alumnos aprendían acerca del uso de la información disponible en diferentes bases de datos científicas y no científicas, y que aplicaban su criterio profesional para filtra y tratar dicha información, enfocándola a la resolución del problema presentado. En general, se observó que los alumnos se encontraban bien preparados. Sin embargo, se notó diferencias en cuanto al nivel de preparación de los grupos, lo que según Vardi y Ciccarelli (2008) puede deberse a los diferentes niveles de aprendizaje de los alumnos y los diferentes grados de preparación que estos tengan (Vardi y Ciccarelli, 2008). También se determinó que el tiempo asignado para cada actividad fue el adecuado ya que todos los grupos pudieron terminar las actividades propuestas de forma satisfactoria.

La evaluación de la encuesta realizada a los estudiantes mostró que la metodología ABP permitió una mejor interacción entre los alumnos. El 85% de ellos indicaron que este método les ayudó a entender los temas estudiados. El 70% reportó que fue más fácil la construcción de conocimiento, respecto a una clase convencional, ya que verificaron que pudieron plantear las soluciones de manera eficaz a un problema determinado. Esto les generó autoconfianza y seguridad de que el conocimiento técnico estaba siendo aprendido. También el 85% de estudiantes se sintieron mucho más involucrados con esta metodología respecto a las utilizadas de manera tradicional. La encuesta fue respondida por el 100% de los alumnos.

Finalmente, la evaluación de los resultados del trabajo práctico mostró que los estudiantes utilizaron el tiempo asignado de forma más eficiente que con el método convencional, ya que las actividades planificadas fueron cubiertas en menor tiempo. Además, se observó que cuando los resultados no fueron satisfactorios, los alumnos fueron capaces de justificar y explicar de forma crítica los resultados alcanzados.

ISBN: 978-84-09-02970-9

5. Conclusiones

Se determinó que es posible aplicar la metodología ABP en una clase práctica en el área de Ciencia de Materiales. La aplicación de esta metodología proporcionó a los alumnos la oportunidad de integrar los conocimientos teóricos con la práctica, y enfrentarse a problemas reales que pueden encontrar en su vida profesional. Esta metodología ayudó también al profesor, que fue capaz de recibir mayor retroalimentación por parte de los alumnos, y pudo ajustar la dirección en que se llevaba la práctica de acuerdo con las necesidades de los estudiantes. Los estudiantes fueron capaces de proponer soluciones adecuadas, basadas en sus conocimientos previamente adquiridos y en la búsqueda de información. Además, el 70% de los alumnos reportó mayor facilidad en la construcción de conocimiento, lo que incrementó su autoconfianza y seguridad. Esto les ayudó a desarrollar una buena práctica, sin necesidad de seguir órdenes del profesor y contribuyó a encarar de mejor forma el problema a resolver. Finalmente, se observó que el usar un tema de interés actual y de real aplicación en el ámbito laboral, ayuda a desarrollar un pensamiento crítico en los estudiantes y a enfocarse en las habilidades que poseen por encima de las falencias que pudieran presentarse.

Referencias

Brock Enger, K., Brenenson, S., Lenn, K., MacMillan, M., Meisart, M. F., Meserve, H., y Vella, S. A. (2002). Problem-based learning: Evolving strategies and conversations for library instruction. *Reference Services Review*, *30*(4), 355-358. https://doi.org/10.1108/00907320210451367

Gorghiu, G., Drăghicescu, L. M., Cristea, S., Petrescu, A.-M., y Gorghiu, L. M. (2015). Problem-based Learning - An Efficient Learning Strategy in the Science Lessons Context. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *191*, 1865-1870. https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.04.570

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, *16*(3), 235-266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

Hmelo-Silver, C. E., y Barrows, H. S. (2006). Goals and Strategies of a Problem-based Learning Facilitator. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning* •, *1*(1), 21-39.

Hofstein, A., y Lunetta, V. (2008). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, *52*(2), 201-217. https://doi.org/10.3102/00346543052002201

Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., y Tseng, K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, *21*(2), 195-215. https://doi.org/10.1007/s10798-010-9114-8

Lycke, K. H., Grøttum, P., y Strømsø, H. (2006). Student learning strategies, mental models and learning outcomes in problem-based and traditional curricula in medicine. *Medical Teacher*, *28*(8), 717-722. https://doi.org/10.1080/01421590601105645

Vardi, I., y Ciccarelli, M. (2008). Overcoming problems in problem-based learning: A trial of strategies in an undergraduate unit. *Innovations in Education and Teaching International*, *45*(4), 345-354. https://doi.org/10.1080/14703290802377190

ISBN: 978-84-09-02970-9

Claves del éxito para superar las barreras en la implantación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos

Sempere Ripoll Francisca[1], Rodriguez Villalobos Alejandro[2]
fsempere@omp.upv.es[1]; arodriguez@doe.upv.es[2]

[1-2]Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universitat Politècnica de València (UPV), Plaza Ferrandiz y Carbonell, 03801, Alcoy Alicante (España)

Abstract

The application of teaching methodologies in university environments, such as project-based learning, faces endless barriers that not only discourage their use but also lead to the failure of those who are more daring to carry them out. To make matters worse, regardless of the obstacles related to the lack of resources for teachers, teachers face other types of obstacles that are more related to the inadequate approach of the project in its conception and design and in the reluctance to change habits acquired. Aspects such as the workload of both the teacher and the student, among others, can lead to large overloads of work that will undoubtedly lead to the abandonment of the use of such methodologies. The experience of several years in the use and application of these methodologies has allowed to identify five key aspects in the design of the project that avoid the appearance of these obstacles and ensure the achievement of the learning objectives that are pursued with the use of such as methodologies.

Keywords: *project-based learning (PBL); flip teaching, formative evaluation; operations management*

Resumen

La aplicación de metodologías docentes en entornos universitarios tales como el aprendizaje basado en proyectos, encuentra un sinfín de barreras que no solo desmotivan su uso sino que incluso conducen al fracaso de aquellos más osados que deciden llevarlas a cabo. Por si fuera poco, independientemente de los obstáculos coyunturales relacionados con la falta de dotación de los recursos pertinentes al profesorado, los docentes se enfrentan a otro tipo de obstáculos que están más relacionados con el enfoque inadecuado del proyecto en su concepción y diseño y en la reticencia al cambio de hábitos

ISBN: 978-84-09-02970-9

adquiridos. Aspectos como la carga de trabajo, tanto del profesor como del alumno entre otros, pueden llevar a generan grandes sobrecargas de trabajo, que con certeza conducirán al abandono de la utilización de dichas metodologías. La experiencia de varios años en el uso y aplicación de estas metodologías ha permitido identificar cinco aspectos clave en el diseño del proyecto que evitan a aparición de dichos obstáculos y aseguran la consecución de los objetivos de aprendizaje que se persiguen con la utilización dichas metodología docentes.

Palabras clave: *aprendizaje basado en proyectos (ABP); docencia inversa, evaluación formativa; dirección de operaciones*

1. Introducción

La aplicación del aprendizaje basado en proyectos en entornos universitarios tiene ciertas dificultades que han impedido que esta metodología sea ampliamente extendida. Las dificultades se clasifican en torno a los dos protagonistas del proceso : el profesor y los alumnos. Respecto al primero de ellos, Marx et al. (1997) destacan en su estudio como principales dificultades de implantación del aprendizaje basado en proyectos, el tiempo, el manejo de la clase, el control, el apoyo al aprendizaje de los alumnos, y la evaluación. En cuanto al tiempo, destacan que los proyectos no suelen cumplir con la programación prevista, por lo que para que puedan ser finalizados requieren una dedicación adicional no prevista que generalmente impacta gravemente tanto en el profesorado como en el alumnado. En contextos universitarios en los que los horarios de alumnos y profesores tienen una estructura poco flexible, este hecho afecta no solo al funcionamiento en sí del proyecto, sino que también distorsiona el funcionamiento del resto de asignaturas; lo que derivará casi con certeza, al rechazo del alumno hacia el proyecto por el stress y la gran dedicación al mismo que le impide la conciliación con el resto de su asignaturas que lleva a cabo. El manejo de la clase, también se destaca como uno de los problemas más comunes en el aprendizaje basado en proyectos, encontrar el equilibrio entre permitir a los alumnos trabajar por su cuenta y mantener cierto orden en el aula, es difícil si previamente en el diseño del proyecto no se ha contemplado este aspecto. Se complica también acertar sobre el grado de apoyo al aprendizaje que no perjudique el proceso de descubrimiento y experimentación, la duda frecuente radica principalmente sobre si se les da demasiada o poca libertad. El último aspecto que destacan en su estudio respecto al profesorado es acerca de la complejidad de la evaluación, ya que no sólo se evalúan conceptos teóricos sino también aspectos tales como la adquisición de habilidades y destrezas obtenidas en su desarrollo. Adicionalmente, Van den Berg et al. (2006), destacan la elevada carga de trabajo y la dificultad para evaluar y organizar la diversidad de proyectos como los principales obstáculos expresados por el profesorado.

En relación de las dificultades atribuidas al alumnado, los resultados de los estudios de Krajcik et al. (1998), destacan como principales aquellas relacionadas con la elevada carga

ISBN: 978-84-09-02970-9

de trabajo y la dificultad para evaluar y organizar la diversidad de proyectos. La tendencia natural para solucionar algunas de estas dificultades pasa por definir un mismo proyecto para todos los equipos con un mismo resultado, lo que a la larga resulta perjudicial por la picaresca de los alumnos en la copia masiva de los resultados entre los distintos equipos. Todas estas dificultades se agravan cuando el aprendizaje basado en proyectos se aplica a grupos numerosos, incrementándose sobre todo de forma exponencial aquellas relacionas con la carga de trabajo y la gestión del tiempo.

Este articulo proporciona una serie de puntos clave en el diseño del proyecto que ayudarán a superar no solo estás barreras genéricas sino también a resolver problemas específicos que se corresponden con el contexto cultural y estructural de la Universidad en la que la autora imparte docencia desde hace casi 25 años. Se harán uso de otras metodologías docentes como la docencia inversa y la evaluación formativa para dar soporte al desarrollo con éxito de la implantación de la metodología de aprendizaje basada en proyectos.

2. Contexto de aplicación del aprendizaje basado en proyectos

La metodología de aprendizaje basada en proyectos se aplica desde hace 4 años en la asignatura de Dirección de Producción y Operaciones del Grado de Administración y Dirección de Empresas que se imparte en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy de la Universitat Politècnica de València. Se trata de una asignatura de 6 créditos, con una media de 80 alumnos por curso.

La implementación de nuevas metodologías docentes en esta asignatura, se deriva principalmente de la necesidad de definir objetivos adicionales (ver figura 1) a los objetivos propios de aprendizaje de la asignatura en sí, que den respuesta la problemática actual a la que se enfrenta el profesorado por la falta de motivación e implicación del alumnado, así como de formar al alumno en competencias transversales tales como, la planificación y gestión del tiempo y el trabajo en equipo.

La implicación del alumno es un determinante del rendimiento académico y del éxito del aprendizaje, por lo que debemos conseguir que el alumno pase de ser un elemento pasivo a ser el protagonista de su aprendizaje. Para ello hay que despertar el interés del alumno en la materia que se está impartiendo a través de la aplicación y utilidad real de los conceptos en el contexto empresarial y conseguir que adopte una visión global que le permita relacionar los conceptos no solo dentro del contexto de la materia sino también con otras materias para que identifiquen la verdadera utilidad e importancia de los mismos. El reconocimiento del esfuerzo realizado y del logro conseguido actuarán como elementos de reactivación del ciclo de motivación que ayudará a reforzar su implicación en el proceso.

ISBN: 978-84-09-02970-9

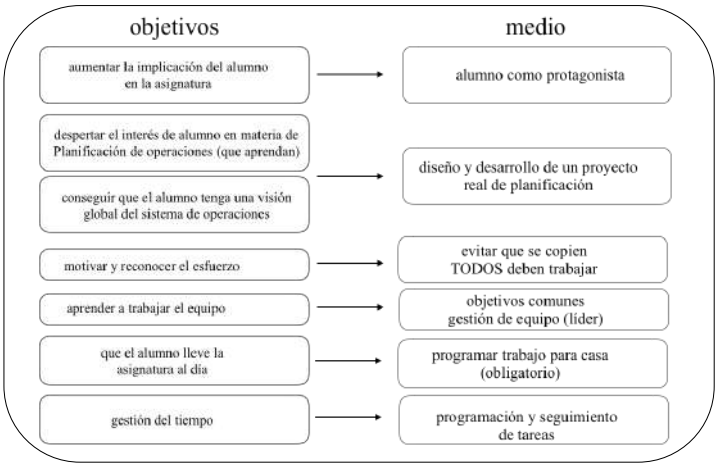


Figura 1. Objetivos de la aplicación de nuevas metodologías docentes (fuente propia)

3. Aspectos clave para el éxito en la aplicación del aprendizaje por proyectos y la evaluación formativa en contexto de grupos numerosos.

La experiencia derivada de la aplicación de la metodología de aprendizaje basada en proyectos durante estos años, han permitido identificar 5 aspectos clave (figura 2) que han ayudado a superar en gran medida parte de los obstáculos a los que se enfrenta el profesorado a la hora de aplicar dicha metodología en el contexto Universitario.

1. Reestructurar/rehacer el material (repensarlo TODO)
2. Programación detallada/correcta de la carga trabajo del alumno
3. Definición/Programación detallada del trabajo del profesor (seguimiento/evaluación)
4. Promover y motivar el esfuerzo
5. Asegurar /velar por una buena gestión de equipo

Figura 2. Aspectos clave para el éxito del aprendizaje basado en proyectos

Cada uno de estos aspectos deben ser considerados durante el proceso del diseño del proyecto. En los siguientes apartados se explica cómo se ha implementado cada uno de estos aspectos clave en el diseño de un proyecto de desarrollo un sistema de Planificación de Producción de juguetes de la empresa "TOYS_forever", en la asignatura de Dirección de Producción y Operaciones del grado de Administración y Dirección de empresas.

Este proyecto tiene la finalidad de que el alumno relacione en un mismo proyecto todos los conceptos de planificación desarrollando un sistema de Planificación de Producción desde el nivel agregado al nivel detallado. Cada equipo debe realizar la planificación de 3 juguetes

ISBN: 978-84-09-02970-9

distintos (diseñados con piezas lego) de la misma familia que comparten patrones de demanda similares y centros de trabajo comunes. El proyecto se divide en 4 etapas principales que se corresponden con las etapas básicas de un sistema de planificación de producción: previsión y planificación agregada, planificación maestra, planificación aproximada de capacidad y planificación de requerimientos de material. Adicionalmente hay una etapa inicial y otra de cierre. La figura 3 recoge un ejemplo de planificación general de proyecto.

fases	fecha	sesión	presencial	entrega	calificación
ETAPA INICIAL	25-28/09/17	Sesión 0.1: Conociendo el proyecto	no	si	-
	28/09/17	Sesión inicial 0.2: Presentación del Proyecto	si	si	-
	28/09/17 02/10/17	Sesión inicial 0.3: Conceptos básicos	no	no	-
	02/10/17	Sesión inicial 0.4: Introducción al proyecto	sí	sí	20
ETAPA 1	02-05/10/17	Sesión 1.1: Planificación Agregada_conceptos	no	no	-
	05/10/17	Sesión 1.2: Planificación agregada_conociendo el modelo	sí	sí	10
	05-16/10/17	Sesión 1.3: Planificación Agregada_aplicando distintas estrategias	no	no	20 (individual)
	16/10/17	Sesión 1.4 : Planificación Agregada_selección del mejor Plan agregado	sí	sí	40* (extra 10)
	16-19/10/17	Sesión 1.5 : Planificación Agregada_estudio conceptos	no	no	-
	19/10/17	Sesión 1.6 : Planificación Agregada_evaluación	si	si	30
ETAPA 2	19-23/10/17	Sesión 2.1: Planificación Maestra_conceptos plan inicial	no	no	-
	23/10/17	Sesión 2.2: Planificación Maestra_elaboración del Plan maestro inicial	si	si	20
	23-26/10/17	Sesión 2.3: Planificación Maestra_conceptos plan propuesto	no	no	-
	26/10/17	Sesión 2.4: Planificación Maestra_elaboración del Plan maestro propuesto	si	si	40
	26-30/10/17	Sesión 2.5: Planificación Maestra_estudio	no	no	-
	30/10/17	Sesión 2.6: Planificación Maestra_evaluación	si	si	30
ETAPA 3	30/10/17 2/11/17	Sesión 3.1: Planificación aproximada de capacidad_conceptos	no	no	-
	2/11/17	Sesión 3.2: Planificación aprox. de capacidad_ elaboración del plan	si	si	40
	2-6/11/17	Sesión 3.3: Planificación aprox. de capacidad_ estudio Sesión 4.1: MRP_conceptos iniciales	no	no	-
	6/11/17	Sesión 3.4: Planificación aprox. de capacidad_ examen Sesión 4.2: MRP_datos de entrada	si	si	20 10
ETAPA 4	6-9/11/17	Sesión 4.3: MRP_procedimiento cálculo (nivel 0 y 1)	no	si	10 (individual)
	9/11/17	Sesión 4.4: MRP_elaboración del MRP (nivel 2)	si	si	20
	9-13/11/17	Sesión 4.5: MRP_elaboración del MRP (resto niveles)	no	si	20 (individual)
	13/11/17	Sesión 4.6: MRP_elaboración del MRP_ análisis del plan	si	si	20
	13-15/11/17	Sesión 4.7: MRP_estudio	no	no	
	15/11/17	Sesión 4.8: MRP_examen	si	si	30** (extra 5)
ETAPA CIERRE	15-30/11/17	Sesión F.1: Estudio y análisis del proyecto global de planificación	no	no	-
	A determinar	Sesión F.2: Evaluación del proyecto_examen oral	si	si	20*** (extra 10)
				total	400 puntos (extra 25)

(*) el plan agregado con menor coste recibirá una calificación extra de 10 puntos
(**) el MRP con menor nº de fallos recibirá una calificación extra de 5 puntos
(***) si todos los componentes del equipo realizan correctamente el examen oral el equipo recibirá una puntuación extra de 10 puntos

Figura 3. Calendario general del proyecto (planificación general)

3.1 Reestructurar/rehacer el material (repensarlo TODO)

Una de las claves principales del éxito es la predisposición al cambio que debe empezar por el profesorado. El docente debe estar dispuesto a repensar de nuevo la asignatura, nuevas metodologías implican nuevos comportamientos, nuevo material, y nuevo enfoque. Lo que significa que en la mayoría de los casos, no va a servir el material que se ha estado utilizando

ISBN: 978-84-09-02970-9

hasta ahora. Los nuevos objetivos de aprendizaje implicarán: reprogramar sesiones, diseñar nuevo material y definir nuevas pautas de conducta concretas.

En el caso la asignatura de Dirección de Operaciones, la aplicación de la metodología de aprendizaje basada en proyectos conjuntamente con la metodología de docencia inversa, ha proporcionado un enfoque completamente radical en la programación de la misma. Siguiendo las pautas del Plan Bolonia que establece que para una signatura de 6 créditos (de 4 horas presenciales por semana) el alumno debe realizar 105 horas no presenciales, se ha incluido dentro de la programación de la signatura parte del tiempo no presencial de forma que la asignatura se programa en cuatro sesiones de 2 horas por semana, dos presenciales y dos no presenciales (ver figura 4). Hasta la fecha, el enfoque había sido muy tradicional, la asignatura se programaba en base a las sesiones presenciales, en las que se realizaban tanto clases magistrales como prácticas.

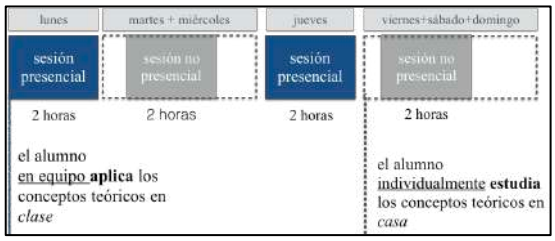
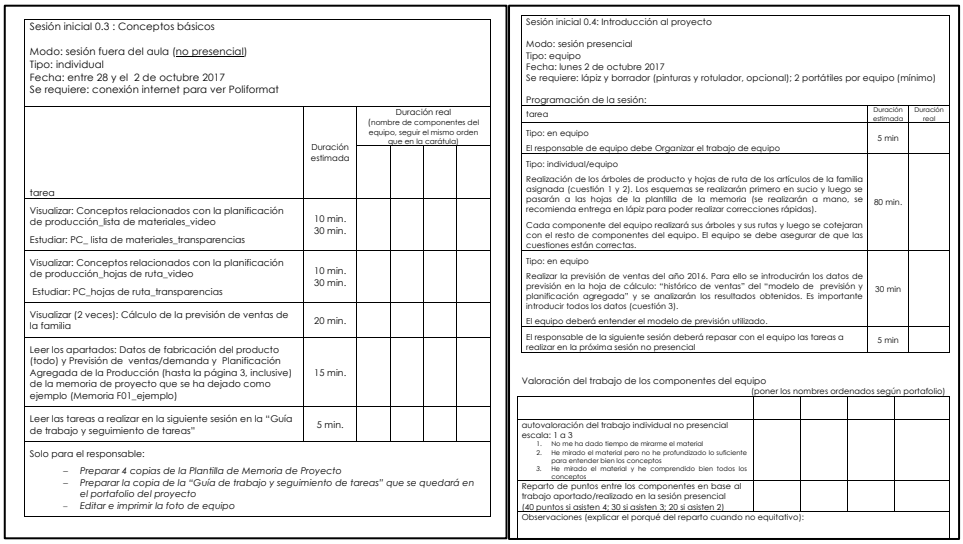


Figura 4. Programación de sesiones presenciales y no presenciales

El enfoque ahora es completamente distinto, durante las sesiones no presenciales el alumno trabaja individualmente los conceptos teóricos y en las sesiones presenciales se aplican los conceptos aprendidos, en equipo (ver figura 4, un ejemplo de programación de cada una de las sesiones). Para realizar la programación de cada una de las sesiones se ha utilizado la herramienta Lessons que ofrece la plataforma de Poliformat de la UPV.

El rediseño de nuevo material abarca la creación de 2 tipos de documentos distintos: documentos de consulta y documentos de trabajo. Las características de dichos documentos se explicarán en los siguientes puntos clave ya que afectan sobretodo al elemento tiempo.

ISBN: 978-84-09-02970-9



Sesión inicial 0.3 : Conceptos básicos

Modo: sesión fuera del aula (no presencial)
Tipo: individual
Fecha: entre 28 y el 2 de octubre 2017
Se requiere: conexión internet para ver Poliformat

tarea	Duración estimada	Duración real (nombre de componentes del equipo, seguir el mismo orden que en la carátula)			
Visualizar: Conceptos relacionados con la planificación de producción_lista de materiales_video Estudiar: PC_ lista de materiales_transparencias	10 min. 30 min.				
Visualizar: Conceptos relacionados con la planificación de producción_hojas de ruta_video Estudiar: PC_hojas de ruta_transparencias	10 min. 30 min.				
Visualizar (2 veces): Cálculo de la previsión de ventas de la familia	20 min.				
Leer los apartados: Datos de fabricación del producto (toda) y Previsión de ventas/demanda y Planificación Agregada de la Producción (hasta la página 3, inclusive) de la memoria de proyecto que se ha dejado como ejemplo (Memoria F01_ejemplo)	15 min.				
Leer las tareas a realizar en la siguiente sesión en la "Guía de trabajo y seguimiento de tareas"	5 min.				

Solo para el responsable:

- *Preparar 4 copias de la Plantilla de Memoria de Proyecto*
- *Preparar la copia de la "Guía de trabajo y seguimiento de tareas" que se quedará en el portafolio del proyecto*
- *Editar e imprimir la foto de equipo*

Sesión inicial 0.4: Introducción al proyecto

Modo: sesión presencial
Tipo: equipo
Fecha: lunes 2 de octubre 2017
Se requiere: lápiz y borrador (pinturas y rotulador, opcional); 2 portátiles por equipo (mínimo)

Programación de la sesión:

tarea	Duración estimada	Duración real
Tipo: en equipo El responsable de equipo debe Organizar el trabajo de equipo	5 min	
Tipo: individual/equipo Realización de los árboles de producto y hojas de ruta de los artículos de la familia asignada (cuestión 1 y 2). Los esquemas se realizarán primero en sucio y luego se pasarán a las hojas de la plantilla de la memoria (se realizarán a mano, se recomienda entrega en lápiz para poder realizar correcciones rápidas). Cada componente del equipo realizará sus árboles y sus rutas y luego se cotejaran con el resto de componentes del equipo. El equipo se debe asegurar de que las cuestiones están correctas.	80 min.	
Tipo: en equipo Realizar la previsión de ventas del año 2016. Para ello se introducirán los datos de previsión en la hoja de cálculo: "histórico de ventas" del "modelo de previsión y planificación agregada" y se analizarán los resultados obtenidos. Es importante introducir todos los datos (cuestión 3). El equipo deberá entender el modelo de previsión utilizado.	30 min	
El responsable de la siguiente sesión deberá repasar con el equipo las tareas a realizar en la próxima sesión no presencial	5 min	

Valoración del trabajo de los componentes del equipo
(poner los nombres ordenados según portafolio)

autovaloración del trabajo individual no presencial escala: 1 a 3 1. No me ha dado tiempo de mirarme el material 2. He mirado el material pero no he profundizado lo suficiente para entender bien los conceptos 3. He mirado el material y he comprendido bien todos los conceptos				
Reparto de puntos entre los componentes en base al trabajo aportado/realizado en la sesión presencial (40 puntos si asisten 4; 30 si asisten 3; 20 si asisten 2)				
Observaciones (explicar el porqué del reparto cuando no equitativo):				

Figura 4. Ejemplo de programación de sesión no presencial (izquierda) y sesión presencial(derecha)

3.2. Programación detallada/correcta de la carga de trabajo del alumno

La carga de trabajo del alumno debe estar muy bien diseñada, tanto en contenido como en duración, para que se ajuste fielmente a la programación prevista. Si queremos que el alumno aprenda a gestionar su tiempo y realice el proyecto dentro de las limitaciones de tiempo disponibles, es crucial no darle más trabajo del que puede hacer en dos horas, que es lo que dura cada sesión.

Para conseguir este fin, se ha desarrollado la Guía de trabajo y Seguimiento que recoge de forma detallada las tareas a realizar en cada sesión presencial y no presencial. Cada tarea tiene un tiempo estimado de realización, además del tiempo real de ejecución que debe ser rellenado por el alumno una vez terminada la tarea. La revisión continuada de las diferencias entre ambas duración ha permitido ajustar bastante la duración real y la propuesta. Actualmente, el 100% de las tareas se pueden realizar por debajo del tiempo programado.

Ajustar el tiempo de realización de la tarea asignada al alumno sin detrimento del aprendizaje adquirido supone diseñar desde el principio el proyecto con esta finalidad, por lo que se han eliminado todas las tareas que no aportan valor al objetivo de aprendizaje, por ejemplo, en cuanto a la redacción de la memoria el alumno dispone de una plantilla de memoria del proyecto que tienen que ir rellenando, la realización de esquemas y figuras se realiza todo a mano y con lápiz, y se disponen de plantillas prediseñadas que se rellenan rápidamente, entre otros aspectos.

Los screancast que recogen los conceptos teóricos y se corresponden con parte del material que los alumnos deben visualizar como tarea no presencial, tienen una duración de entre 10 y 20 minutos por lo que es fácil establecer el tiempo de visualización de los mismos. Generalmente se asigna a cada screencast el doble de su duración para que el alumno lo pueda

ISBN: 978-84-09-02970-9

visualizar dos veces. Los screancast se deben diseñar de forma que las frases estén muy bien estructuradas, las ideas bien entrelazadas, con lenguaje claro, y evitando improvisar en la medida de lo posible para que cada uno pueda recoger el mayor número de conceptos posible.

3.3 Definición/programación detallada del trabajo del profesor (seguimiento/evaluación)

La evaluación continua de las tareas realizadas en las sesiones presenciales permite al alumno avanzar en su aprendizaje, pero implica a su vez una gran carga de trabajo del profesor, lo que lleva en muchas ocasiones a que la corrección del proyecto no se realice hasta la finalización del mismo o no se lleve una seguimiento detallado del mismo. Para evitar esta situación, y aprovechar las ventajas de la evaluación formativa (Morales, 2009), el proyecto se ha diseñado en pequeñas fases dependientes unas de las otras que deben ser corregidas entre las distintas sesiones presenciales. En este contexto, el diseño de la tarea pensando en cómo debe ser corregida, es la base para evitar la sobrecarga de trabajo del profesor y facilitar su evaluación. La carga de trabajo del profesor debe mantenerse entre unos límites razonables de forma que se evite que este hecho suponga un freno para la aplicación de la metodología.

Cuando el aprendizaje por proyectos se aplica a grupos numerosos, no es suficiente con disponer previamente de las posibles soluciones de cada uno de los proyectos asignados por equipo, es necesario que el proyecto en si mismo este diseñado de forma que la corrección sea lo más ágil y fácil posible. Con este fin, se ha confeccionado un portafolio sobre el que trabaja el alumno y corrige el profesor. Dicho portafolio posee una estructura muy concreta de apartados (proyecto entero, tareas entregadas, tareas corregidas ok, tareas retrasadas,…) que permiten aplicar una dinámica de trabajo ágil que facilita, tanto la evaluación por parte del alumno, como la entrega y revisión de tareas por parte del mismo. La programación actual de trabajo para el profesor está por debajo de los 10 minutos por equipo, lo que supone dos horas y media aproximadamente de tiempo dedicado entre sesión y sesión presencial.

3.4 Promover y motivar el esfuerzo

Los alumnos necesitan retos que despierten su interés. En este sentido el proyecto planteado debe ser establecido en un entorno real, y percibido por el alumno como algo realmente útil. Esto es esencial para la conexión del alumno desde el comienzo y debe tener la dosis de emoción necesaria para llevarle a la acción. Es importante que el alumno consiga alcanzar una visión global de los procesos y sea capaz de establecer conexiones con diferentes elementos del sistema. También debe poder determinar el impacto que una acción puede tener sobre el resto de elementos; y todo esto sólo se puede conseguir a través del diseño de modelos de simulación que se aproximen fielmente a la realidad y que permitan a los alumnos descubrir estas relaciones a través de la experimentación (Beghetto y Kaufman, 2014).

La capacidad de los alumnos puede extenderse ilimitadamente cuando les dejamos que piensen. Por lo tanto, cada equipo debe tener un proyecto distinto para que de esta forma se elimine cualquier otro tipo de comportamiento que perjudique o distorsione el aprendizaje. La picaresca y la constante búsqueda de recursos que utiliza el alumnado para optimizar su

ISBN: 978-84-09-02970-9

esfuerzo conduce a que se copien unos a otros dificultando el reconocimiento del esfuerzo llevando incluso a desmotivar a aquellos que lo realizan.

Por otra parte, que el alumno se enfrente a un reto que no podrá superar si no trabaja, no solo en las sesiones presenciales sino también en las no presenciales, actúa como elemento activador del ciclo motivacional y redirige el comportamiento del alumno a ser el protagonista de su aprendizaje. Sin olvidar, por supuesto, que el alumno debe percibir, que el reto es alcanzable (en el contexto del nivel de la asignatura) para que no se desmotive durante el proceso y alcance los resultados esperados (motivación de logro) (Hong et al., 2009).

El desarrollo de la actividad debe permitir abarcar en su totalidad el proceso de aprendizaje. Es muy importante que el alumno no sólo haya aprendido, sino que también sea capaz de reconocer y valorar el grado de aprendizaje alcanzado a través de los conocimientos adquiridos. Invitar a la reflexión del alumno en este sentido es importante para cerrar el proceso de enseñanza. Al finalizar cada sesión presencial, los componentes del equipo se reparten 40 puntos en función del trabajo realizado por cada uno (si son 3 personas en el equipo se reparten 30). La nota obtenida en la tarea se pondera en función de la participación de cada componente del equipo.

Adicionalmente, a lo largo de todo el proyecto se diseminan hitos de refuerzo en los cuales los equipos pueden conseguir puntuación extra, que les motiva a seguir esforzándose y seguir aprendiendo.

3.5. Asegurar/velar por una buena gestión de equipo

El trabajo en equipo fomenta la creatividad, aumenta la motivación y mantiene a los alumnos involucrados y enfocados en las tareas de aprendizaje (Freeman et al., 2014).

Aunque los alumnos ya trabajan en equipo desde los primeros años de la carrera, realmente desconocen el funcionamiento real de trabajo en equipo, por lo que antes de empezar el proyecto se realiza una dinámica de aula en la que se trabajan los aspectos esenciales para el trabajo en equipo que les ayuda a profundizar en las bases del funcionamiento de los equipos.

El proyecto planteado es lo suficientemente complejo para que no se pueda abordar de forma individual y que los alumnos tengan que trabajar en equipo colaborativamente, por lo que es muy importante que se definan unas pautas de comportamiento y comunicación básicas que aseguren el buen desarrollo de la actividad. En este sentido, cada equipo debe redactar su el código de conducta y la lista de compromisos que debe ser firmada por cada uno de los componentes que lo conforman. El compartir el mismo nivel de compromiso y esfuerzo así como los mismos objetivos de aprendizaje garantiza la sintonía del equipo durante el desarrollo del proyecto.

La figura de un responsable del proyecto es imprescindible para que el equipo desarrolle las tareas a tiempo. La responsabilidad se comparte a lo largo del proyecto. Todos los miembros del equipo deben adoptar este rol en alguna de las etapas del proyecto, de esta forma se equilibra la participación de los miembros del equipo (Hattie, 2009) al tiempo que se les

ISBN: 978-84-09-02970-9

proporciona protagonismo individual. Cada vez que finaliza una etapa, se realiza una valoración del trabajo del responsable. Cada componente del equipo identifica los puntos fuertes y aspectos a mejorar de la gestión del responsable (ficha de valoración del responsable). Del mismo modo, el responsable realiza también una valoración personal de su gestión (ficha de autovaloración).

Adicionalmente, al finalizar el proyecto, se realiza un examen oral en el que cada alumno debe responder individualmente a una serie de preguntas. Además de medibles individuales, se establecen también medibles por equipo, esto es, si todos los componentes del equiipo superan con éxito el examen oral, el equipo recibe una calificación extra, lo que promueve el espíritu de equipo.

4. Resultados

El diseño del proyecto considerando estos 5 aspectos clave ha permitido superar las barreras de implementación de la metodología de aprendizaje basado en proyectos:

- El proyecto se desarrolla en el tiempo estipulado, por lo que tanto el profesor como el alumno puede incorporar la programación de la carga de trabajo derivada fácilmente en su rutina de trabajo.
- La programación de tareas de las sesiones presenciales junto a la asignación del rol de responsable de etapa facilita el manejo de las sesiones presenciales. Desde la primera sesión, los alumnos se cuenta de que estar bien organizados es primordial para poder finalizar y entregar a tiempo las tareas diarias. No hay tiempo para la distracción.
- La elaboración de una documentación soporte de calidad reduce en gran medida las dudas, y en consecuencia las tutorías de asesoramiento. Se promueve la iniciativa y creatividad del alumnado a partir de ejemplos resueltos y conceptos teóricos claramente definidos.
- Los alumnos consiguen trabajar realmente en equipo. En este proyecto no sirve el mero reparto del trabajo para luego juntarlo, todas las tareas están relacionadas por lo que hay una relación y continuidad que les incentiva a trabajar como un equipo no como un grupo.
- Los alumnos reconocen el esfuerzo y quedan satisfechos por el logro de la finalización del proyecto. La satisfacción de lograr los objetivos propuestos genera una emoción positiva (satisfacción y dopamina) que no sólo refuerza el aprendizaje y fija los recuerdos, sino que también alimenta la motivación del alumno y le predispone positivamente para posteriores actividades (Jensen, 2008). Los alumnos acaban con la certidumbre de que han aprendido.

Adicionalmente, los indicadores cuantitativos y cualitativos que se utilizan para medir el éxito del proyecto, demuestran un alto grado de motivación del alumnado y un cambio de actitud muy positiva frente al aprendizaje, así como un cambio radical en la percepción de la labor del profesor.

ISBN: 978-84-09-02970-9

5. Conclusiones

Reducir los obstáculos de aplicación de metodologías activas de aprendizaje, como el aprendizaje basado en proyectos, se puede conseguir si durante el proceso de diseño del proyecto consideramos algunos aspectos clave, que se pueden resumen en un buen diseño y programación del proyecto y una adecuada puesta en marcha de mecanismos que aseguren la motivación del alumnado y la gestión eficaz de equipo. Se trata de aplicar la ingeniería concurrente al proceso de enseñanza aprendizaje para asegurar la consecución de los objetivos de aprendizaje y lograr la eficiencia de proceso en si mismo.

Referencias

Beghetto R. A. y Kaufman J. C. (2014). Classroom context for creativity. High Ability Studies, 25, 53-69 pp.

Hattie, J. (2009). Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge, New York.

Hong J. C., Ming-Yueh Hwang, Chin-Hsieh Lu, Ching-Ling Cheng, Yu-Chen Lee y Chan-Li Lin (2009). Playfulness-based design in educational games: a perspective on an evolutionary contest game. Interactive Learning Environments, 17(1), 15-35 pp.

Freeman S., Eddy S. L., McDonough M., Smith M. K., Okoroafor N., Jordt H. y Wenderoth M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. PNAS, 111(23), 8410-8415 pp.

Krajcik, J. S., Blumendfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredericks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *The Journal of the Learning Sciences*, 7, 313-350 pp.

Marx, R. W., Blumenfeld, P.C., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (1997). Enacting project-based sciences: Challenges for practices and policy. *Elementary School Journal*, 94, 517-538 pp.

Morales Vallejo, P. (2009). *Ser profesor: una mirada al alumno*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 41-98 pp.

Van den Berg,V., Mortermans, D., Spooren, P., Van Petegem, P, Gijbels, D., & Vanthournout, G. (2006). New assesment modes within project-based education the *stakeholders*. *Studies in Educational Evaluation*, 32, 345-368 pp.

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

Una propuesta metodológica para el uso del aprendizaje basado en problemas en asignaturas de cálculo numérico.

Fernando Giménez-Palomares[a], Juan A. Monsoriu[b], Andrés Lapuebla-Ferri[c], Antonio-José Jiménez-Mocholí[d]

[a]Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada (IUMPA), fgimenez@mat.upv.es, [b]Departamento de Física Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, jmonsori@fis.upv.es, [c]Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, anlafer0@mes.upv.es y [d]Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, ajimene@mes.upv.es Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n. 46022 València, España.

Abstract

Problem-based learning (PBL) is a learning method designed for the student to acquire knowledge, skills and attitudes through the approach and resolution of real life problems. In this work, we present a teaching experience in which PBL is applied in a subject of numerical calculus in the Bachelor's Degree in Industrial Engineering.

Keywords: *problem-based learning, active methodologies, competences, teamwork, numerical calculus, MATLAB.*

Resumen

El aprendizaje basado en problemas (ABP) constituye un método de aprendizaje pensado para que el alumno logre adquirir conocimientos, habilidades y actitudes mediante el planteamiento y resolución de problemas de la vida real. En este trabajo presentamos una experiencia docente en la que se aplica la técnica de ABP en una asignatura de cálculo numérico que se imparte en el Título de Grado en Tecnologías Industriales.

Palabras clave: *aprendizaje basado en problemas, metodologías activas, competencias, trabajo en equipo, cálculo numérico, MATLAB.*

1. Introducción.

En las asignaturas de matemáticas de los primeros cursos de las titulaciones universitarias de ingeniería suelen resolverse problemas sencillos bastante alejados de los problemas de la vida real, cuya solución se obtiene fácilmente a partir de razonamientos no excesivamente

ISBN: 978-84-09-02970-9

complicados (Sánchez-Pérez et al, 1999). Sin embargo, los problemas a los que se enfrenta un ingeniero cuando desempeña su labor suelen ser bastante difíciles tanto en su planteamiento como en su resolución: los conocimientos tecnológicos quedan obsoletos en pocos años y, conforme van avanzado, requieren de un constante esfuerzo de actualización en la formación del ingeniero.

Como decía el profesor Jenaro Guisasola, "el aprendizaje basado en problemas (ABP), junto con el uso de otras metodologías activas, puede suponer un cambio de paradigma educativo que recoja la preocupación existente no sólo por lo *que se aprende* sino también por *como se aprende*". Frente a la enseñanza tradicional – centrada sobre todo en la adquisición de conocimientos teóricos, su aplicación a la resolución de "problemas tipo" y en la que el papel principal lo lleva el profesor – podemos encontrar un nuevo tipo de enseñanza en la que es tan importante el comprender (y no solo memorizar) la teoría como el saber identificar los problemas (incluso de la vida real), plantearlos y resolverlos. En este caso, los alumnos son realmente los protagonistas, y el profesor adquiere un rol de guía-consultor. Así pues, es evidente que se hace necesario entonces una nueva forma de examinar. Al respecto pueden consultarse la referencias (Pollak, 1969), (Guisasola y Garmendia, 2015) y (Garmendia et al, 2008).

2. Trabajos relacionados.

Existen numerosos trabajos relacionados con el uso de metodologías activas en asignaturas de titulaciones de ingeniería que permiten una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Podemos citar las referencias (Benito y Cruz, 2005) (Riesco, 2008) y (García-Ruiz et al, 2013). Una de las metodologías activas que ha ido adquiriendo progresivamente mayor importancia es la ABP. Las referencias (Ceker y Ozdamli, 2016) (De Graaff y Kolmos, 2003) (Lucas et al, 2015) y (Escribano y Del Valle, 2008) permiten profundizar en el ABP y, en particular, para estudiar su aplicación en asignaturas de matemáticas pueden consultarse las siguientes: (Morales, 2011) (Simamora et al, 2019) y (Bayón et al, 2018).

3. Metodología.

En el siguiente apartado presentamos una experiencia de innovación docente que venimos llevando a cabo en la asignatura "Métodos Matemáticos", que se imparte en el segundo curso del título de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universitat Politècnica de València.

La asignatura tiene 6 créditos (de los cuales 1.2 son de prácticas de aula y 1.8 de prácticas informáticas). En el curso 2018-2019 cursan la asignatura un total de 310 estudiantes, repartidos en 5 grupos que se desdoblan a su vez en las clases de informática.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3.1 El contexto.

La asignatura "Métodos Matemáticos" presenta algunas de las herramientas matemáticas fundamentales que permiten resolver de manera aproximada muchos de los problemas a los que se puede enfrentar el futuro profesional de la ingeniería, tanto en el desempeño de su labor profesional como en tareas de investigación. Algunos ejemplos: para estudiar circuitos eléctricos, redes de flujo y cálculo de estructuras es necesario trabajar con métodos aproximados para resolver sistemas de ecuaciones lineales, para calcular las tensiones producidas por el viento en un estructura es necesario calcular numéricamente una integral, en meteorología se utilizan técnicas de aproximación de funciones, etc.

La finalidad es que el alumnado conozca los fundamentos de diversos métodos numéricos que le permitan resolver de manera aproximada problemas relacionados con la aproximación de funciones, cálculo de integrales definidas, resolución de ecuaciones no lineales y sistemas de ecuaciones lineales y no lineales, y resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. Se utilizará para todo ello los métodos de las diferencias finitas y de los elementos finitos. Se pretende también que se aprenda cómo utilizar paquetes de software matemático para experimentar o implementar algunos de los métodos descritos.

Las competencias generales y específicas que se evalúan en la asignatura son:

- Gestión de la información.
- Comprensión y dominio de métodos matemáticos.
- Aprendizaje autónomo.

y, junto a estas, se evalúan las siguientes competencias tranversales:

- Análisis y resolución de problemas.
- Aprendizaje permanente.

De manera parcial se adopta la metodología *Flipped Classroom* (clase inversa). La metodología de evaluación comtempla una prueba escrita de respuesta abierta (6% de la nota final NF), pruebas objetivas de tipo test (74% NF), un trabajo académico (10% NF) y un portafolio (10% NF). El trabajo académico se realiza en grupos de hasta 4 personas.

3.2 La actividad.

La experiencia consiste en la aplicación del método ABP específicamente para el trabajo en grupo. Cada uno de los profesores de la asignatura se pone en contacto con los grupos de estudiantes para proponerles un trabajo: plantear y resolver un problema concreto. También se contempla la posibilidad de que los alumnos planteen al profesor un problema a resolver.

El trabajo debe de recoger:

ISBN: 978-84-09-02970-9

1) Plateamiento del problema.
2) Modelización y, en su caso, realización de un esquema.
3) Adopción de estrategias y resolución.
4) Análisis de resultados.

La labor del profesor consiste en proporcionar, si lo estima necesario, una guía de resolución. Se trata de hacerles pensar a los alumnos, apoyarles, ayudar a resolver sus dudas y fomentar el trabajo autónomo y en equipo. Para la resolución de los problemas planteados se utilizará el paquete informático MATLAB (MATPIC, 2017).

La duración prevista del trabajo es de unas dos semanas, pasadas las cuales se harán presentaciones orales de los trabajos con la asistencia de otros profesores además del tutor y alumnos de otros grupos. Tanto los profesores como los alumnos podrán realizar preguntas al finalizar la exposición.

La evaluación se hará siguiendo la rubrica presentada en la Tabla 1.

Tabla 1. Evaluación del trabajo grupal

APARTADOS Y PORCENTAJE DE NOTA	Insuficiente (1)	Suficiente (2)	Bueno (3)	Excelente (4)
Planteamiento del problema (10%)	Planteamiento incorrecto y descuidado.	Planteamiento regular con algunos fallos.	Planteamiento correcto con algunos pequeños fallos.	Planteamiento correcto.
Modelización (20%)	Modelización inadecuada.	Modelización adecuada con algunas incorrecciones.	Modelización adecuada, pero no completa del todo.	Modelización adecuada.
Resolución (30%)	Los alumnos no saben resolver el problema o lo resuelven mal.	Los alumnos resuelven el problema de manera parcial el problema.	Los alumnos resuelven el problema con pequeños fallos.	Los alumnos resuelven el problema correctamente.
Análisis de resultados (10%)	No proporcionan un análisis de los resultados o éste es incorrecto.	Proporcionan un análisis de los resultados con algunos fallos.	Proporcionan un análisis de los resultados correcto pero incompleto.	Proporcionan un análisis de los resultados correcto.
Valoración de la exposición oral (30%)	Exposición desordenada y poco clara. Descoordinación entre los integrantes del grupo. Responden mal a las preguntas formuladas.	En ocasiones la exposición se hace de manera desordenada. Organización regular. Responden regular a las preguntas formuladas.	Exposición ordenada y clara en general, con pequeños fallos. Responden adecuadamente a las preguntas formuladas.	Exposición ordenada y clara. Responden brillantemente a las preguntas formuladas.

Cada uno de los apartados se valoraran mediante una rúbrica con las valoraciones de excelente (4), bueno (3), regular (2) y malo (1).

Los objetivos que se pretender alcanzar tienen que ver, como no podría ser de otra forma, con las competencias que se van a evaluar, haciendo especial hincapié en la utilización de

ISBN: 978-84-09-02970-9

la comprensión y dominio de los métodos del cálculo numérico para la resolución de problemas reales y en el trabajo autónomo y en equipo.

3.3 Ejemplo.

Presentamos uno de los trabajos propuestos junto con su guía de resolución. Se trata de un problema relativamente sencillo que permite estudiar los conceptos relacionados con el movimiento parabólico.

PROBLEMA. Un jugador de baloncesto efectúa un lanzamiento a canasta. Fijado un ángulo y una dirección de lanzamiento, calcular el rango de velocidades para el que se consigue un tiro que entra limpiamente (sin rebotes) en la canasta. Fijada una velocidad de lanzamiento calcular el rango de ángulos para el que consigue un tiro que entra limpiamente.

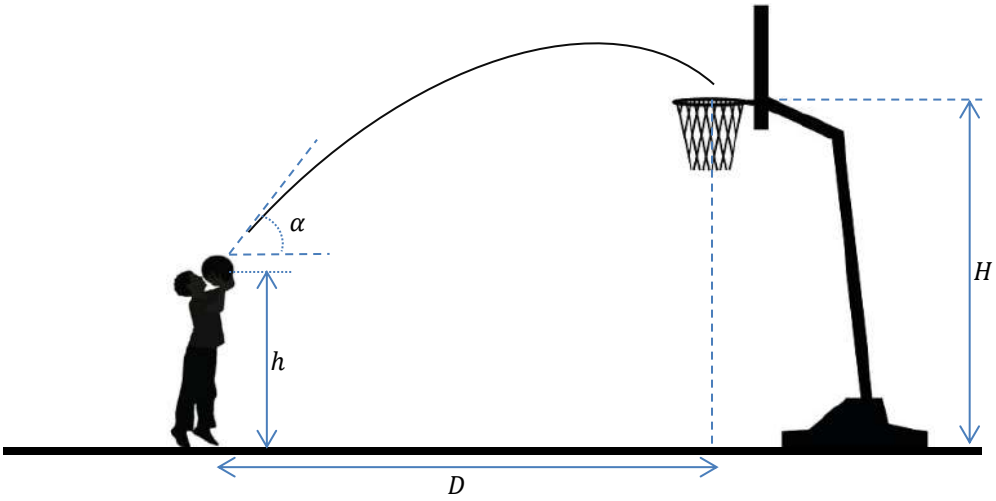


Figura 1 Esquema del lanzamiento a canasta

Guía de resolución:

1) Hacer un esquema general del problema señalando cuales son los datos necesarios para proceder a su resolución.
2) Plantear las ecuaciones que permiten resolver el problema general a partir de las ecuaciones del movimiento.
3) Averiguar los valores correspondientes a los datos fijos (altura de la canasta y diámetros de la pelota y de la canasta).
4) Resolver estos cuatro ejercicios suponiendo que un jugador lanza la pelota justo desde la línea de tiro exterior a una altura de 2 m:

   Ejercicio 1. Si lanza con un ángulo de 45^0 y en la dirección exacta hacia la canasta, ¿entre que velocidades acertará el tiro? Dibujar la curva $v_0 \longrightarrow y(t_{v_0})$, siendo v_0 la

ISBN: 978-84-09-02970-9

velocidad de lanzamiento, t_{v_0} el tiempo en que la pelota llega, en trayectoria de bajada, a la altura de la canasta y las dos rectas horizontales $y = y_i$ e $y = y_f$ que delimitan la zona de acierto.

Ejercicio 2. Si lanza con una velocidad de 9 m/s y en la dirección exacta hacia la canasta, ¿entre que ángulos acertará el tiro? Dibujar la curva $\alpha \longrightarrow y(t_\alpha)$ siendo α el ángulo de lanzamiento, t_α el tiempo en que la pelota llega, en trayectoria de bajada, a la altura de la canasta y las dos rectas horizontales $y = y_i$ e $y = y_f$ que delimitan la zona de acierto.

Ejercicio 3. Dibujar en el plano α, v_0 el conjunto de puntos para los cuales se produce el acierto en el lanzamiento si se lanza en la dirección exacta hacia la canasta. Calcular la velocidad mínima y el ángulo mínimo para que acierte.

Ejercicio 4. Se efectua un tiro con una velocidad de 9 m/s. Dibujar en el plano α, β el conjunto de puntos para los cuales se produce el acierto en el lanzamiento, siendo β el ángulo que marca la dirección de lanzamiento. Calcular ángulos mínimos y máximos para los cuales hay acierto.

5) Analizar los resultados obtenidos.

4. Resultados.

La experiencia tiene lugar por primera vez durante este curso 2018-2019 y todavía no contamos con resultados concretos para poder realizar una comparación con la forma en que veníamos llevando a cabo los trabajos en grupo en cursos anteriores. Sí podemos constatar una valoración muy positiva, a título cualitativo, por parte de los alumnos que están participando. Cuando acaben las presentaciones de los trabajos les heremos pasar a los alumnos una pequeña encuesta (Tabla 2) que permita valorar la experiencia de manera más fiable.

Tabla 2. Encuesta de valoración de la experiencia

CUESTIONARIO	
Valorar con 1 (nada de acuerdo), 2 (poco de acuerdo), 3 (acuerdo medio), 4 (muy de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo) los puntos siguientes:	
La experiencia docente ha resultado interesante y útil	
Se han conseguido alcanzar los objetivos iniciales	
La carga de trabajo es adecuada	
El problema propuesto es interesante para ingeniería	

ISBN: 978-84-09-02970-9

5. Conclusiones.

Creemos que con la metodología docente que presentamos se puede conseguir una implicación por parte de los alumnos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de asignaturas de cálculo numérico, al hacer posible la participación activa de los alumnos en la resolución de problemas reales, la búsqueda de estrategias, en la idea de compartir información y aprender de los demás, en propiciar el aprendizaje autónomo y en la colaboración dentro de los equipos formados. El profesor puede dar un papel protagonista al alumno, valorar sus logros, facilitar el aprendizaje y fomentar el pensamiento crítico, la reflexión y la necesidad de investigar para alcanzar los objetivos marcados.

6. Agradecimientos.

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

Referencias.

Benito, A., Cruz, A. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Narcea, S.A de Ediciones. 137 pp.

Bayón, L., Fortuny, P., Grau, J. M., Otero, J. A., Ruiz, M. M. Suarez, P. (2018). *Algunas Propuestas Metodológicas para el Aprendizaje de Competencias Matemáticas en Ingeniería*. 26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (26 CUIEET), 243-254.

Ceker, E. & Ozdamli, F. (2016). *Features and characteristics of problem based learning*. Cypriot Journal of Educational Science. 11(4), 195-202.

De Graaff, E., Kolmos, A. (2003). *Characteristics of Problem-Based Learning*. Int. J. Engng Ed. Vol. 19, No. 5, 657-662.

Escribano, A., Del Valle, A. (2008). *El aprendizaje basado en problemas (ABP). Una propuesta metodológica en educación Superior*. Narcea, S.A de Ediciones 173 pp.

García-Ruiz, R., González, N., Guerra, S., Arregui, E. (2013). *Metodologías activas en la docencia universitaria: importancia, conocimiento y uso en opinión del profesorado*. REVALUE. Revista de Evaluación Educativa. 2, 1-20.

Garmendia, M., Guisasola, J., Barragues, J. I., Zuza, K. (2008). *Estimate of students' workload and the impact of the evaluation system on students' dedication to studying a subject in first-year engineering courses*. European Journal of Engineering Education, 33:4, 463-470.

Guisasola, J., Garmendia, M. (2015). *Aprendizaje basado en problemas, proyectos y casos: diseño e implementación de experiencias en la universidad*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 12(1), 227-228.

Lucas, S., García, T., Coca, M., González, G., Garrido, A., Cartón, A., Ureña, M. A. (2015). *Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial*. 23 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (23 CUIEET), 1-13.

ISBN: 978-84-09-02970-9

MATPIC (2017) *La web de MATLAB, SIMULINK, VHDL, microcontroladores,…* http://www.matpic.com [acceso 20-3-2018].

Morales, C. (2011). *El Aprendizaje basado en Proyectos en la Educación Matemática del siglo XXI. Cuaderno de bitácora*. Jornadas sobre el aprendizaje y enseñanza de las matemáticas (15 JAEM), 1-23.

Pollak, H. O. (1969). *How can we teach applications of mathematics?*. Educational Studies in Mathematics, Volume 2, Issue 2–3, pp 393–404.

Riesco, M. (2008). *El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje*. Tendencias Pedagógicas Vol. 13, 79-105.

Sánchez-Pérez, E.A., García Raffi, L.M. Sánchez-Pérez, J.V. (1999). *Introducción de las Técnicas de Modelización para el estudio el la Física y de las Matemáticas en los primeros cursos de las carreras técnicas*. Enseñanza de das Ciencias, 1999, 17 (1), 119-129.

Sinamora, R. E., Sarahit, S., Hasratuddin. (2019). *Improving Students' Mathematical Problem Solving Ability and Self-Efficacy through Guided Discovery Learning in Local Culture Context*. International Electronic Journal of Mathematics Education. Vol. 14, No. 1, 61-72.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Experiencia y opinión del alumnado tras el uso de método Phillips 66, debates, visitas de campo y aprendizaje basado en proyectos como alternativa a las clases magistrales en el Grado de Ingeniería Química.

V. Fombuena[a], S. C. Cardona[a], María-Fernanda López-Pérez[a], J. Lora[a]
vifombor@upv.es; scardona@iqn.upv.es; malope1@iqn.upv.es; jlora@iqn.upv.es

[a] Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. Universitat Politècnica de València (UPV). Plaça Ferrandiz y Carbonell, s/n 03801 Alcoy, Alicante, España

Abstract

This document shows the experience acquired by the faculty of the Department of Chemical and Nuclear Engineering, as well as the student's own opinion, in the application of teaching methodology in the classes of the Degree in Chemical Engineering. With the main objective of preventing the student as a passive element during the development of the traditional master classes, activities have been carried out by using techniques as diverse as the Phillips 66 method. fieldwork, debates and project-based learning (PBL). The assessment by the students of these activities is evaluated through the passing of anonymous surveys at the end of the subjects. The results obtained in these surveys show how the student positively assesses the activities, for its dynamism, empowerment of team work, and the ease of learning new knowledge in an entertaining way. However, a great majority warn of their little experience in the work through these new technologies and demand more training time, which implies future challenges for the improvement of the teaching process.

Keywords: *Phillips 66 Method, Fieldwork, Debates And Project-Based Learning (PBL).*

Resumen

El presente documento muestra la experiencia adquirida por el profesorado del Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, así como la propia opinión del alumno, en la aplicación de metodología docente que sea capaz de evitar que el alumno se muestre como un elemento pasivo durante el desarrollo de las tradicionales clases magistrales. En las clases del Grado de Ingeniería

ISBN: 978-84-09-02970-9

que , se han llevado a cabo s técnicas tan diversas como el método Phillips 66, visitas de campo, debates y aprendizaje basado en proyectos (ABP). La valoración por parte del alumnado de dichas actividades se evalúa mediante el pase de encuestas anónimas al finalizar las asignaturas. Los resultados obtenidos en dichas encuestas, muestran como el alumno valora positivamente las actividades, por su dinamismo, potenciamiento del trabajo en grupo, y la facilidad de aprender nuevos conocimientos de una forma amena. No obstante, una gran mayoría advierten de su poca experiencia en el trabajo mediante estas nuevas tecnologías y demandan mayor tiempo de formación, lo que plantea retos futuros para la mejora del proceso de eseñanza.

Palabras clave: *Método Phillips 66, Debates, Visitas de Campo, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)*

1. Introducción

La clase magistral, como describe Crispin et al. muestra al alumno como un elemento pasivo y con escasa participación, mientras que si se aplican métodos de aprendizaje activos, el alumnado es capaz de aumentar de una forma dinámica, participativa y colaborativa los conocimientos adquiridos (Crispin, 2011). Con el principal objetivo de intentar revertir la situación actual, con exceso uso de la clase magistral, el profesorado del Grado de Ingeniería Química ha incorporado una serie de metodologías docentes entre las que se encuentran el uso de debates, aprendizaje basado en proyectos (ABP), metodología Phillips 66 y visitas de campo.

Debido a que esta metodología puede resultar novedosa para el alumno, al cual se le saca de su zona de confort, haciéndolo participe del proceso de aprendizaje, e incluso también para el profesorado, se ha llevado a cabo la evaluación de la opinión del alumno de forma anónima mediante el pase de encuestas con el objetivo de realizar un análisis exhaustivo de principales puntos fuertes y debilidades de cada técnica.

2. Trabajos Relacionados

Con el objetivo de conseguir una mayor motivación y participación por parte del alumnado, además de la adquisición de experiencia por parte del profesorado, el presente documento muestra diferentes metodologías empleados en la enseñanza del Grado de Ingeniería Química y que pueden sustituir la tradicional clase magistral. El presente documento abarca la implantación de estas metodologías docentes de manera aleatoría en diferentes asígnaturas, ya que se trata de la fase inicial de un proyecto cuya objetivo final es intentar sustituir gran parte de la clase inversa presente enltodas las asignaturas dadas por el Departamento de Ingeniería Química.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Metodología

Las diferentes metodologías empleadas han sido aplicadas en asignaturas del Grado de Ingeniería Química. La elección de estas asignaturas, repartidas entre los cursos segundo y cuarto del Grado, es debido a que el número máximo de alumnos no supera los 25, lo que permite una mejor aplicación de las nuevas metodologías, que en muchos casos, son desconocidas por parte del alumnado. A continuación se muestra la principal información de cada uno de los métodos empleados, así como información sobre las asignaturas de aplicación.

Tabla 1. Asignaturas y metodología empleada en sustitución de la clase magistral

Asignatura	Curso	Método
Bases de la Ingeniería Química	Troncal 2º	Phillips 66
Tratamiento de Residuos Sólidos	Optativa 4º	Debate
Tratamiento de Residuos Sólidos	Optativa 4º	Visita de Campo
Tratamiento Avanzado de Aguas	Optativa 4º	Aprendizaje Basado en Proyectos

3.1 Método Phillips 66

El método Phillips 66 se ha aplicado a la asignatura troncal de segundo curso Bases de la Ingeniería Química, con 26 alumnos en el curso académico 2018-2019. Concretamente, una de las unidades didácticas consiste en la explicación de las principales operaciones unitarias presentes en la ingeniería química. Dicha clase se ha llevado a cabo en anteriores cursos mediante una clase magistral con explicación por parte del profesor y posterior apoyo mediante material multimedia. En el actual curso académico se ha decidido implantar el método Phillips 66 para explicar dicho tema.

El método consiste en dividir los alumnos en grupos de 6 personas que durante un máximo de 6 minutos deberán buscar información respecto una serie de operaciones unitarias. Previamente el profesor asigna a cada grupo dos o tres operaciones unitarias que deberán tratar. El grupo, podrá hacer uso de los apuntes facilitados por el profesor, así como usar el teléfono móvil para buscar información relevante en internet. Transcurrido el tiempo de búsqueda de información, un portavoz de cada grupo expondrá los principales aspectos de las operaciones asignadas, mientras que otro miembro del grupo lo resume en la pizarra en forma de tabla.

El método permite con un tiempo muy reducido (6 minutos para la búsqueda de información más unos 40 minutos aproximadamente para la resolución de dudas y creación de la tabla resumen) intercambiar gran cantidad de información de una forma eficaz. De la misma forma,

ISBN: 978-84-09-02970-9

se consigue motivar al alumno en la participación de la clase y se sustituye la tradicional clase magistral.

3.2 Debates

El debate en el campo educativo es uno de los recursos utilizados desde la antigua Grecia, donde se considera a Protagorus como padre de dicha metodología (Freeley, 2005). Sin embargo no cuenta con una posición destacada a día de hoy. El proceso de debate ha sido empleado en la asignatura de Tratamientos de Residuos Sólidos de cuarto curso, concretamente tratando el tema relacionado con la incineración de residuos. Dicho proceso ha sido empleado en los dos últimos cursos académicos, con número de alumnos inferiores a diez en ambos casos, por lo que la clase se dividía en partidarios y detractores de la utilización de métodos de incineración para la eliminación de residuos.

El proceso de debate permite crear un perfil en el alumnado más participativo, mejorando la experiencia de aprendizaje del alumnado al estimular la discusión, el análisis y la aplicación de contenidos técnicos de un modo más consciente y práctico (Bonwell, 1991). Cabe destacar que previamente a la realización del debate el profesorado ha explicado los principales aspectos técnicos de la incineración de residuos. Para la realización del debate los alumnos disponen del material empleado en el aula, así como material complementario para poder ser usado para argumentar su posición, tal y como se muestra en la siguiente figura.

Durante treinta minutos los alumnos buscan y anotan argumentos a favor y/o en contra de la incineración, según el rol asignado, y tras este periodo de tiempo un portavoz del grupo se encarga de defender su postura durante un máximo de tres minutos. A partir de este momento, y para garantizar que todos los aspectos técnicos de relevancia sean tratados, el profesor en la figura del moderador, irá realizando preguntas a ambos grupos. Al finalizar el debate se realizará un resumen de los aspectos más destacados.

3.3 Visitas de Campo

Dentro de las enseñanzas técnicas, las visitas de campo pueden paliar las limitaciones asociadas a la falta de material, maquinaria o instrumentación específica de una determinada materia. Mediante la visita a instalaciones industriales relacionadas con los conceptos teóricos vistos en el aula, las visitas de campos pueden ser consideradas como una aula abierta, que pueden reunir conceptos teóricos y prácticos, relacionar el contexto y la asimilación de conceptos mediante la visualización in situ (Callai, 2011).

En el grado de Ingeniería Química los alumnos han realizado visitas de campo en la asignatura anteriormente mencionada de Tratamientos de Residuos Sólidos. Concretamente han visitado dos centros donde se llevan a cabo diferentes disposiciones de los residuos sólidos urbanos : El vertedero de rechazos situado en Villena y la planta de selección de envases ligeros de Picassent, ambas gestionadas por VAERSA (Valenciana d'Aprofitament Energètic de Residus, S.A.).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Figura 2. Visita de Campo en la asignatura de Tratamientos de Residuos Sólidos

Con la experiencia adquirida en la visita de las instalaciones, junto al punto de vista proporcionado por los técnicos allí presentes, el alumnado recibe unos conocimientos técnicos y una visión global de la temática, que en el aula sería complicado de asimilar.

3.4 Aprendizaje Basados en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología de aprendizaje en la que los estudiantes adquieren un rol activo y se mejora la motivación en el aula. En el presente estudio, los alumnos de la asignatura de Tratamiento Avanzado de Aguas han sido evaluados mediante la realización de un proyecto basado en el diseño de una planta desaladora con la ayuda de un software. Durante las clases, el profesor adquiere un rol de guía, orientado al alumnado, mientras que este puede participar, hablar y dar su opinión Durante toda la realización del ABP en el aula el alumnado elabora su propio contenido, diseña el proyecto y colabora entre sí para la resolución de los problemas técnicos surgidos. A través de esta metodología los alumnos aprenden realizando o haciendo tareas, en lugar de ser elementos pasivos.

Si bien es cierto que se trata de una metodología que cada vez es más utilizada en las enseñanzas técnicas, el alumnado posee una falta de conocimientos sobre esta metodología y en algunas ocasiones, puede verse más cómodo, como oyente pasivo que con este nuevo rol. Por tanto, es de suma importancia que el profesor sea capaz de guiar y conseguir un buen seguimiento del proyecto por parte de todos los alumnos.

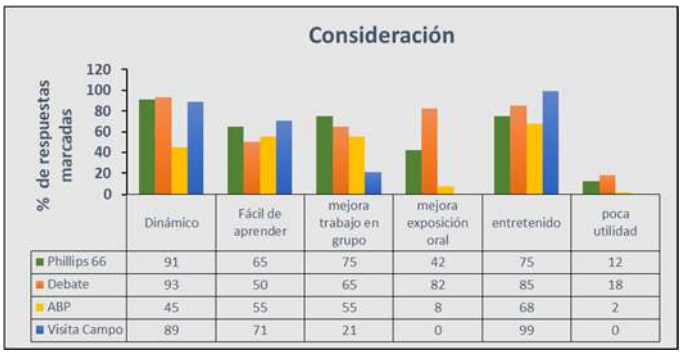
4. Resultados

Dado que mucha de esta metodología es novedosa para el alumnado y poseen poca experiencia en esta forma de trabajo, el profesorado implicado en las asignaturas ha realizado una encuesta para conocer la opinión del alumnado respecto a cada una de las técnicas. Las encuestas son pasadas al alumno al finalizar el curso académico, siendo éstas anónimas y tratan de determinar cuáles son las principales apreciaciones por parte del alumnado.

En ellas existen cuatro preguntas clave: ¿cómo consideran el método aplicado comparado con una clase magistral? ¿Qué desventajas le encuentran al método? ¿Qué mejorarían? ¿Qué puntuación del 1 al 10 le otorgarían a la metodología en concreto?. Los resultados de las

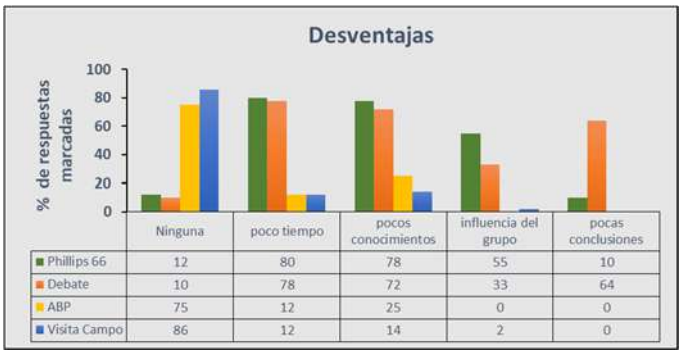
ISBN: 978-84-09-02970-9

diferentes asignaturas y cursos académicos han sido analizados y son mostrados a continuación. Dado que en las encuestas los alumnos pueden marcar más de una opción, los porcentajes muestran el número de alumnos que ha marcado dicha opción.



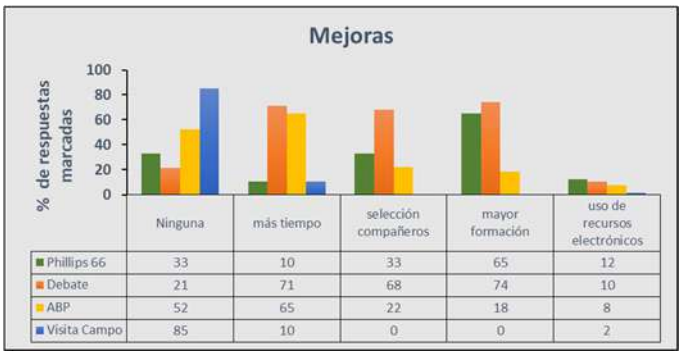
	Dinámico	Fácil de aprender	mejora trabajo en grupo	mejora exposición oral	entretenido	poca utilidad
Phillips 66	91	65	75	42	75	12
Debate	93	50	65	82	85	18
ABP	45	55	55	8	68	2
Visita Campo	89	71	21	0	99	0

Figura 3. Resultados en la consideración de la nueva metodología



	Ninguna	poco tiempo	pocos conocimientos	influencia del grupo	pocas conclusiones
Phillips 66	12	80	78	55	10
Debate	10	78	72	33	64
ABP	75	12	25	0	0
Visita Campo	86	12	14	2	0

Figura 4. Principales desventajas de la nueva metodología



	Ninguna	más tiempo	selección compañeros	mayor formación	uso de recursos electrónicos
Phillips 66	33	10	33	65	12
Debate	21	71	68	74	10
ABP	52	65	22	18	8
Visita Campo	85	10	0	0	2

Figura 5. Mejoras que aportarían a la nueva metodología

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

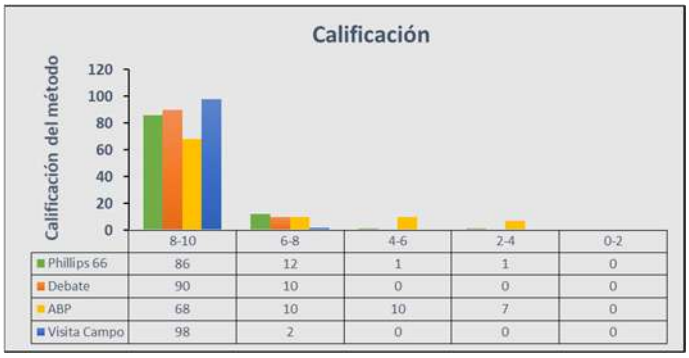


Figura 6. Calificación de la nueva metodología

A continuación, se muestra un análisis de la opinión general del alumnado por cada una de las técnicas utilizadas:

- **Método Phillips:** Porcentajes superiores al 75% del alumnado lo consideran un método entretenido, que potencia el trabajo en grupo y dinámico, lo que lo convierte en una herramienta para la sustitución de la tradicional clase magistral. No obstante, como principales desventajas, los alumnos consideran el poco tiempo invertido en la actividad y también los pocos conocimientos sobre dicha metodología, donde la gran mayoría advierte no haber trabajado previamente mediante esta metodología. La calificación general del método es muy positiva, existiendo un 86% del alumnado que lo califica entre un 8 y un 10.
- **Debate:** El uso de debates en el entorno del aula es una metodología que de nuevo el alumnado admite desconocer. Más del 85% lo consideran un proceso dinámico y que mejora la capacidad de exposición oral. De nuevo destaca como el alumno requeriría de una mayor formación previa y un mayor tiempo de dedicación a la actividad para su total satisfacción. La selección de los compañeros también lo consideran crucial para la calificación general. Por otra parte, es remarcable destacar el 64% del alumnado que considera que con el uso del debate se han obtenido pocas conclusiones, factor que anima al profesorado responsable a continuar mejorando dicha faceta. A pesar de esto, la calificación general es de 8-10 puntos para el 90% del alumnado.
- **ABP:** La Metodología Basada en Proyectos (ABP) es un proceso en el que el alumnado ya tiene cierta experiencia previa. No la perciben como una actividad tan dinámica y los porcentajes de facilidad de aprendizaje descienden. No obstante, porcentajes muy elevados de alumnos no realizarían ninguna actividad para la mejora de la metodología, exceptuando de nuevo, la aplicación de un mayor tiempo para la actividad. El profesorado considera que la mayor experiencia del alumno en la evaluación por proyectos, tiene como consecuencia que se considere una actividad asentada y sin la necesidad de mejoras pero al mismo tiempo con menor capacidad para atraer su atención comparado con los debates o el método Phillips 66.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- **Visitas de Campo:** Las visitas de campos son las actividades mejor valoradas por parte del alumnado, donde prácticamente el 100% del alumnado lo considera entretenido, dinámico y con facilidad de aprendizaje de nuevos conceptos. Las mejoras a aportar en esta metodología son escasas y la valoración presenta la mejor valoración, con más de un 98% calificándola entre un 8 y un 10. El profesorado considera dicha actividad esencial para la asimilación de conceptos técnicos y paliar la limitación de equipamiento en enseñanzas técnicas.

5. Conclusiones

En líneas generales, la aplicación de metodologías docentes alternativas a la clase magistral en la Ingeniería Química es percibida por el alumnado como actividadades dinámicas, entretenidas y que facilitan el aprendizaje y asimilación de conceptos, tomando una actitud más dinámica. Se trata de una primera implantación de este tipo de metodología con el objetivo futuro de poder sustituir las clases magistrales total o parcialmente en las asignaturas pertenecientes al Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. La percepción del profesorado ha sido positiva, pero el estudio permite identificar posibles mejoras como por ejemplo, la dedicación de más tiempo en debates, ABP y metodología Phillips, así como, la mejora de la obtención de conclusiones en el proceso de Debate. En líneas generales, la falta de experiencia en esta metodología es considerada por el alumnado como un handicap, pero la implantación de estas metodologías en nuevas asignaturas de los primeros cursos del grado podría mejorar esta situación.

Referencias

Crispin B. Doria-Serrano M.C. (2005) *Aprendizaje autónomo orientaciones para la docencia.* México.

Freeley A., y Steinberg, D. (2005) *Argumentantion and Debate: Critical thinking for reasoned decision making.* (11 th ed.) Belmont CA:Wadsworth.

Bonwell, C. and Eison, A. James (1991) *Active Learning. Creating Excitement in the Classroom.* ASHE ERIC Higher Education Report.

Callai, H. C.(2011) *Apresentação.* Educação Geográfica: reflexão e prática. Ijuí: Editora Unijuí, 15-33.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Oportunidades de innovación docente utilizando herramientas tecnológicas

Un proyecto de utilización de un software dinámico en actividades interdisciplinares dentro del ámbito de la geometría en asignaturas básicas en el grado de ingeniería civil

I. Eguia[a], M.J. García[a], E. Alberdi[a], P. Etxeberria[a], I. Alvarez[a]
isabel.eguia@ehu.eus; mariajose.garcialopez@ehu.eus; elisabete.alberdi@ehu.eus; paulo.etxeberria@ehu.eus; irantzu.alvarez@ehu.eus

[a] Universidad del País Vasco UPV/EHU (Escuela de Ingeniería de Bilbao, Paseo Rafael Moreno "Pitxitxi" 2, 48013, Bilbao, España)

Abstract

This paper presents a project in which a dynamic software (GeoGebra) is used for the implementation of interdisciplinary activities in the field of geometry. The activities are developed in three basic subjects in the degree of Civil Engineering taught at the School of Engineering of Bilbao (University of the Basque Country): Algebra and Geometry, Graphical Expression I and Graphical Expression II. The evaluation process has been completed through surveys and the results show, among other aspects, that the students value positively the proposed tasks and the use of the chosen computer program. Furthermore, the activities carried out have facilitated the understanding and deepening of geometric concepts, even when the teachers think that the students should be more aware of the existing relationship between the subjects. In spite of everything, the integration of Geogebra in the teaching-learning process of geometry has been satisfactory.

Keywords: GeoGebra; analytic geometry; descriptive geometry; interdisciplinariety.

Resumen

En este trabajo se presenta un proyecto de utilización de un software dinámico (GeoGebra) en la implementación de actividades interdisciplinares en el ámbito de la geometría. Las actividades se desarrollan en tres asignaturas básicas en el grado de Ingeniería Civil impartido en la Escuela de Ingeniería de Bilbao (Universidad del País Vasco): Álgebra y Geometría, Expresión Gráfica I y Expresión Gráfica II. La evaluación del mismo se ha realizado a través de

ISBN: 978-84-09-02970-9

encuestas y los resultados muestran, entre otras cosas, que los estudiantes valoran positivamente las tareas propuestas y la utilización del programa informático elegido para desarrollarlas. Por otra parte, las actividades realizadas les han facilitado la comprensión y profundización de conceptos geométricos aun cuando el profesorado piensa que el alumnado debe ser más consciente de la relación existente entre las materias. Aun así, la integración de Geogebra en el proceso enseñanza-aprendizaje de la geometría ha resultado satisfactoria.

Palabras clave: GeoGebra, geometría analítica; geometría descriptiva; interdisciplinariedad.

1. Introducción

Este trabajo se concreta en el diseño de actividades interdisciplinares de aprendizaje y su implementación y evaluación. Se enmarca dentro de un proyecto de innovación educativa (PIE) financiado por la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Estas actividades están dirigidas al alumnado de primer curso del grado en Ingeniería Civil que se imparte en la Escuela de Ingeniería de Bilbao. Las asignaturas objeto de estudio son materias básicas relacionadas con la geometría: Álgebra y Geometría, Expresión Gráfica I y Expresión Gráfica II. La asignatura Álgebra y Geometría aborda la materia desde el punto de vista analítico y las otras desde el punto de vista gráfico.

De la experiencia docente del profesorado que participa en este proyecto se puede extraer que el alumnado que accede a la universidad presenta una carencia en conceptos básicos relacionados con la geometría que dificulta el correcto seguimiento de las asignaturas mencionadas (Etxeberria, 2017). Por otra parte, el alumnado no siempre es capaz de relacionar conocimientos elementales de diferentes materias con la misma base conceptual por lo que es necesaria una relación interdisciplinar entre las asignaturas que abordan los conceptos geométricos.

La utilización de las TIC fomentan la interactividad, el aprendizaje autónomo y la adquisición de diferentes competencias transversales (Silva, 2011). Normalmente los estudiantes se suelen mostrar favorables a la utilización de este tipo de herramientas (González, et al., 2016).

Con el objeto de abordar una respuesta a las dificultades que el alumnado presenta en la asimilación de algunos conceptos geométricos, se plantea la realización de un proyecto educativo interdisciplinar mediante la integración de un software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de estas asignaturas relacionadas con la geometría. Con esta herramienta se pretende aprovechar las utilidades que proporciona la retroalimentación inmediata y continua para favorecer la mejor adquisición de los conceptos de forma que se realice de la manera más eficiente y efectiva (Ali et al, 2013).

ISBN: 978-84-09-02970-9

2. Metodología

Para ayudar en la comprensión de conceptos geométricos comunes a las asignaturas, se han diseñado applets utilizando el software GeoGebra. En la Tabla 1 se muestran las características de las asignaturas es las que se ha implementado el proyecto en cuanto a los créditos y las modalidades docentes que se utilizan en el desarrollo de las mismas.

Tabla 1. Tabla de las tipologías docentes y créditos de las materias. Fuente: elaboración propia

	Tipologías docentes	***Créditos***
Algebra y Geometría 6 ECTS/ 1º C	M	3,75
	PA	1,5
	PO	0,75
Expresión Gráfica I 6 ECTS/ 1º C	M	6
Expresión Gráfica II 6 ECTS/ 2º C	M	3
	PO	3

M: Clase magistral PA: Prácticas de aula PO: Prácticas de ordenador C: Cuatrimestre

Existen muchas experiencias en las que se han trabajado diferentes aspectos de la aplicación de la geometría con software dinámico. En general, las experiencias se basan en el uso de GeoGebra y muestran que el software es capaz de mejorar el conocimiento conceptual y procesal de los estudiantes. (Zulnaidi y Zamri, 2017; De la Cruz, 2018; Lasa y Wilhelmi, 2013; Cotic, 2014; Perez-Arribas, 2012; Cisneros y Cabezas, 2016; Tomiczková y Lávička, 2013).

GeoGebra es un software de código abierto disponible gratuitamente para fines no comerciales. Resulta adecuado para la creación de aplicaciones geométricas dinámicas, la realización de representaciones gráficas o para el tratamiento algebraico de objetos matemáticos (https://www.geogebra.org).

Los conceptos manejados en este trabajo forman parte del programa de las materias anteriormente citadas; el 25 % de los temas de Expresión Gráfica I y el 20 % de los de Álgebra y Geometría son comunes, aunque tratados desde diferentes puntos de vista. En el caso de Expresión Gráfica II, se utilizan algunos conceptos de geometría descriptiva en la representación de cuerpos geométricos mediante vistas.

La metodología seguida en este trabajo se resume en las siguientes líneas:

1) Análisis de contenidos comunes.
2) Diseño de actividades de aprendizaje.
3) Desarrollo de las actividades en el aula mediante applets programadas con el software GeoGebra.
4) Evaluación del proyecto mediante una encuesta previa y otra posterior a cada actividad. En los casos de actividades interdisciplinares la evaluación se realiza al final de su realización.

ISBN: 978-84-09-02970-9

El proyecto se ha desarrollado inicialmente en las POs (prácticas de ordenador) en la asignatura de Álgebra y Geometría de manera presencial, donde el alumnado interactúa con el programa modificando parámetros y esto le permite, a través de la visualización de los conceptos, profundizar y comprender mejor los mismos. Como el alumnado ya conoce el software, las actividades desarrolladas en el ámbito de Expresión Gráfica I han incluido ejercicios interdisciplinares que se realizan en las horas no presenciales. En el caso de Expresión Gráfica II, se han desarrollado varias actividades como complemento a las clases magistrales, de manera que el alumnado profundiza en diferentes conceptos explicados previamente.

En la Figura 1 se muestra un ejemplo de actividad propuesta para la asignatura Álgebra y Geometría con el enunciado, el procedimiento de resolución y la visualización espacial.

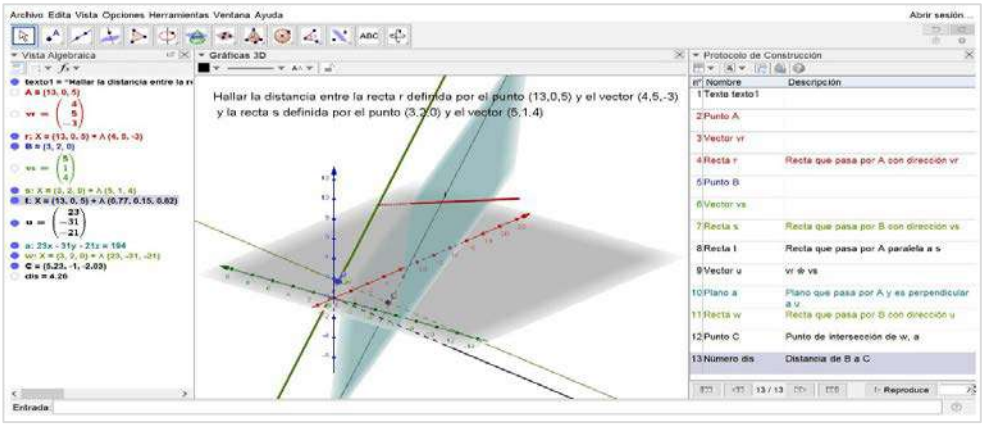


Figura 1. Ejemplo y solución de actividad en GeoGebra

Las Figuras 2 y 3 muestran un ejemplo de una de las actividades interdisciplinares realizadas, tal y como se les presenta al alumnado y su solución en Geogebra. Se proporcionan los enunciados de la actividad con el lenguaje propio de cada asignatura. Para su resolución gráfica es muy útil el protocolo de construcción que proporciona el programa.

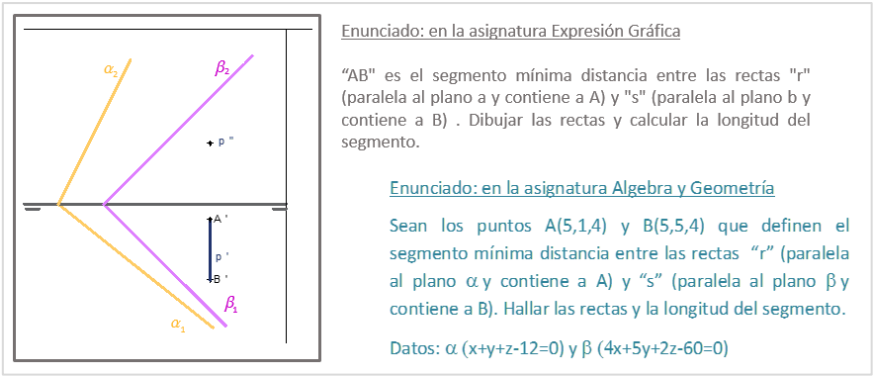


Figura 2. Ejemplo de enunciado de una actividad interdisciplinar

27 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2019)
ISBN: 978-84-09-02970-9

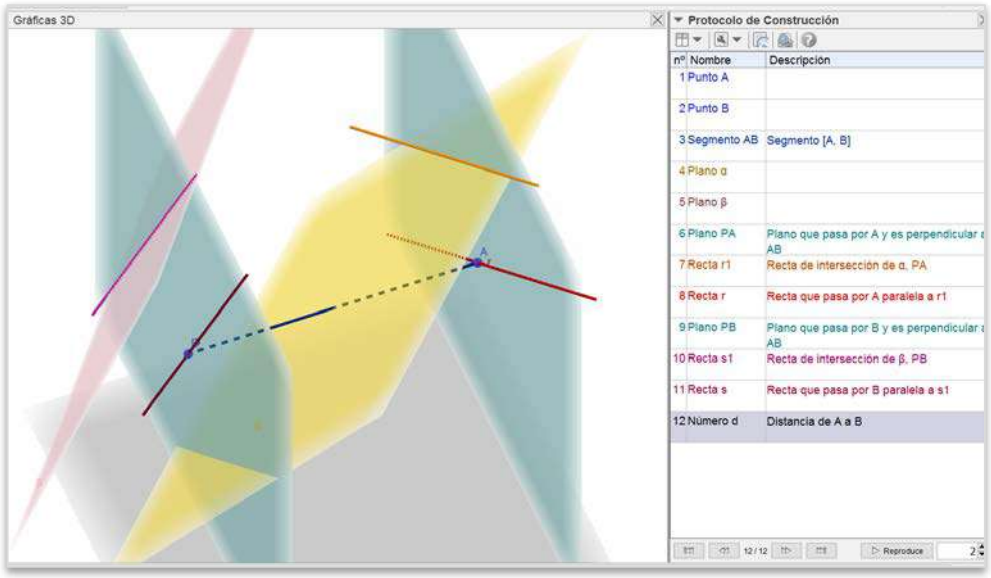


Figura 3. Ejemplo de solución en GeoGebra de la actividad anterior

La Figura 4 muestra una de las applets diseñadas en la asignatura de Expresión Gráfica II.

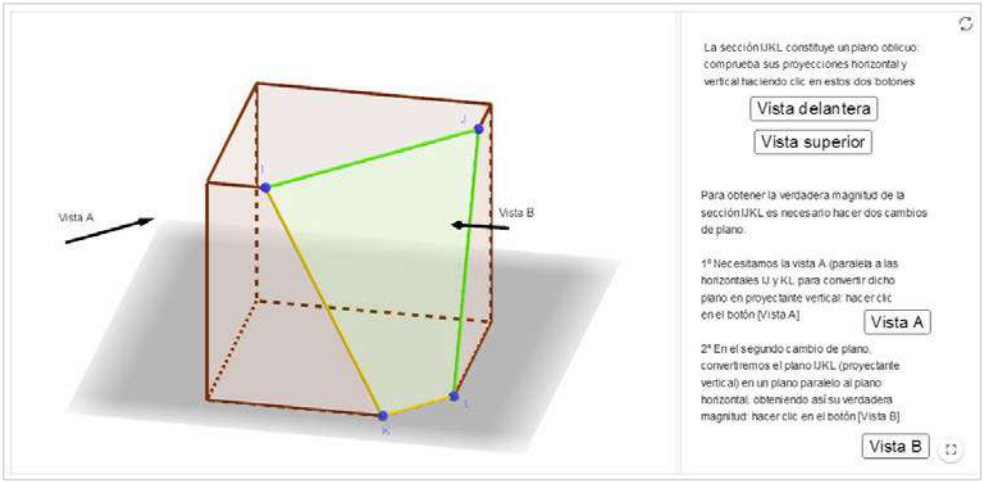


Figura 4. Ejemplo de applet en la asignatura Expresión Gráfica II

La evaluación del proyecto se ha realizado mediante encuestas que han medido, entre otros, tres aspectos: la idea que el alumnado tiene sobre la relación entre los conceptos geométricos impartidos en las materias, la idoneidad y utilidad del uso de GeoGebra y la percepción acerca de las actividades realizadas. Otro de los aspectos evaluados ha sido la aportación del uso del programa para la profundización y aplicación de conceptos geométricos. Para esto último se han comparado las encuestas realizadas antes y después de cada actividad.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Resultados

Se presentan a continuación los datos obtenidos de las encuestas. El rango de los ítems valorados está comprendido entre 1 (nada de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo) y el número de alumnos matriculados en estas asignaturas es 165.

Al tratarse de una actividad interdisciplinar, el profesorado quería conocer si el alumnado es consciente de la relación existente entre las materias en lo relativo a los conceptos geométricos. De la Figura 5 se deduce que, aunque el alumnado parece percibir la relación, ésta no es lo suficientemente elevada, según la consideración del profesorado.

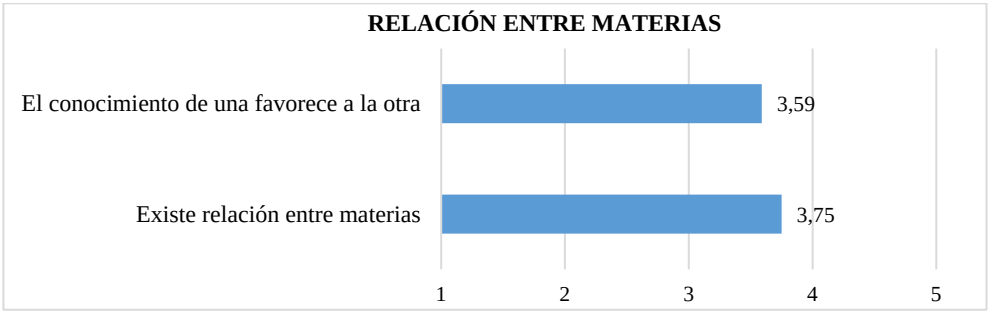


Figura 5. Gráfico de percepción del alumnado con respecto a la relación entre materias

El alumnado ha valorado positivamente la realización de las tareas propuestas como se muestra en la Figura 6; se observa que la metodología llevada a cabo ha favorecido el aprendizaje del alumnado y además le ha resultado interesante.

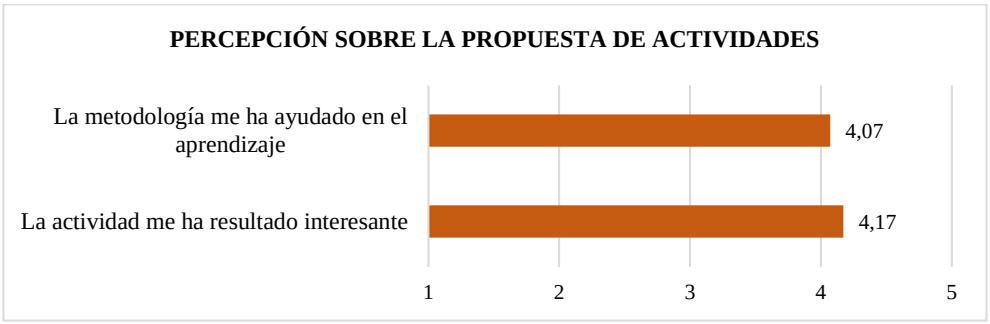


Figura 6. Gráfico de percepción del alumnado con respecto a la propuesta

El alumnado se ha mostrado bastante satisfecho con la utilización del software elegido. Se demuestra que el programa GeoGebra facilita la visualización y comprensión de los conceptos geométricos y sirve para el análisis y resolución de problemas. Además, parece que favorece el aprendizaje autónomo y aumenta su interés por la geometría como se muestra en la Figura 7.

ISBN: 978-84-09-02970-9

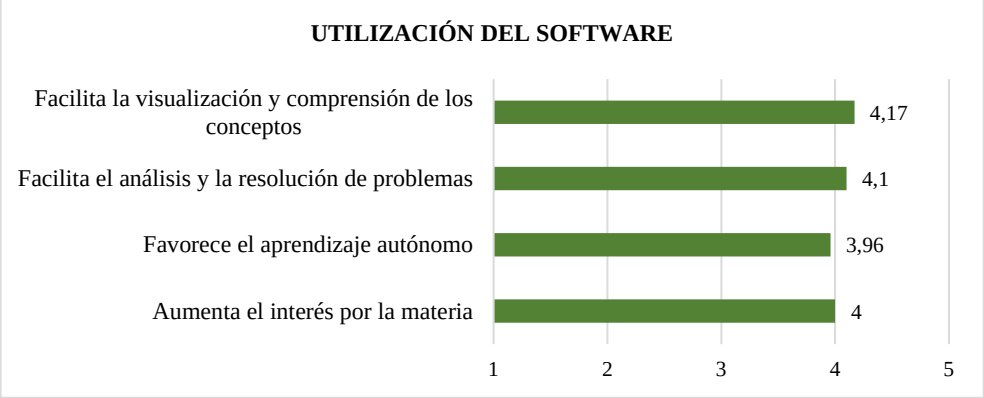


Figura 7. Gráfico de percepción del alumnado sobre la utilización de GeoGebra

Como era previsible, los valores del resultado sobre la percepción de los conocimientos geométricos y la capacidad para la resolución de problemas han aumentado tras la realización de las actividades propuestas, a pesar de que el profesorado considera que los datos son mejorables.

En lo que se refiere a Expresión Gráfica II las actividades estuvieron disponibles en la plataforma virtual Moodle como complemento a la materia impartida. De los resultados de las encuestas en esta asignatura se puede concluir que GeoGebra no ha resultado tan útil en el proceso enseñanza-aprendizaje; el alumnado ha valorado los diferentes ítems con resultados entre 3 y 3,5. Esto puede ser debido a que este software no está especialmente diseñado para el modelado de objetos tridimensionales.

4. Conclusiones

De acuerdo a los resultados de esta propuesta se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1) Se ha detectado que un buen número de conceptos que deben ser adquiridos en ambas disciplinas son coincidentes; aproximadamente el 90% de la parte de Geometría Analítica de la asignatura Algebra y Geometría y el 30% de la asignatura Expresión Gráfica I.
2) El desarrollo de actividades interdisciplinares es interesante aunque requiere un esfuerzo adicional por parte del profesorado de diferentes áreas en cuanto a coordinación.
3) El alumnado se ha mostrado receptivo a la realización de las tareas propuestas y considera que la metodología seguida y las actividades realizadas le han ayudado a la adquisición y profundización de conceptos geométricos.
4) La integración del software GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha servido al alumnado para mejorar la comprensión de los conceptos geométricos y facilitar la resolución de problemas.
5) Las actividades compartidas han servido para que los docentes implicados perciban otras formas de abordar y plantear cuestiones en sus asignaturas y hayan propuesto actividades desde un enfoque diferente a los habituales planteamientos de las asignaturas.

ISBN: 978-84-09-02970-9

6) El equipo de trabajo considera que la valoración realizada por el alumnado sobre la metodología interdisciplinar implantada ha sido positiva y que ha servido para aumentar su interés por la geometría pero sería deseable que éste percibiera una mayor relación entre los conceptos de geometría comunes a las materias.

5. Agradecimientos

Los autores expresan su reconocimiento al Vicerrectorado de Innovación, compromiso Social y Acción cultural de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), quien a través del SAE/HELAZ ha subvencionado este proyecto.

Referencias

Ali M.F., Joyes G., Ellison L. (2013). *Using blended learning to enhance students' cognitive presence*, doi:10.1109/ICICM.2013.42, 2013 International Conference on Informatics and Creative Multimedia, 202-208.

Cisneros J.J., Cabezas P.M. (2016). *La innovación en la enseñanza de la geometría descriptiva. El uso de las herramientas digitales y el estudio de casos reales*, doi: 10.4995/MSEL.2016.4554, Modelling in science education and learning, 9(2),109-119.

Cotic N.S. (2014). *GeoGebra como puente para aprender matemática*, ISBN: 978-84-7666-210-6, Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Artículo 1179.

De la Cruz N.G. (2018). *GeoGebra and Performance of Students in Plane and Solid Geometry*, doi: 10.1166/asl.2018.12535, Advanced science letters, 24(11), 8254-8256.

Etxeberria P., Alberdi E., Eguia I., García M.J. (2017). *Análisis del Rendimiento Académico en Relación al Perfil de Ingreso del Alumnado e Identificación de Carencias Formativas en Materias Básicas de dos Grados de Ingeniería*, Formación Universitaria, 10(4), 67-74.

González M.A., Perdomo K.V., Pascuas Y. (2016). *Aplicación de las Tics en modelos educativos blended learning. Una revisión sistemática de literatura*, doi: http://dx.doi.org/10.18634/sophiaj.13v.li.364, Sophia, 13(1), 144-154.

Lasa A. Wilhelmi M.R. (2013). *Use of Geogebra in explorative, illustrative and demonstrative moments*, ISSN 2237-9657, Revista do instituto GeoGebra de Sao Paulo, 2(1), 52-64.

Perez-Arribas F. (2012). *Teaching Computer Aided Design with the use of GeoGebra*, ISSN: 2247-7241, GGIJRO. GeoGebra International Journal of Romania, 2(1), 245-260.

Silva J.E. (2011). *Diseño y moderación de entornos virtuales de aprendizaje (EVA)*. Editorial UOC, Barcelona. España. 165pp.

Tomiczková S., Lávička M. (2013). *Computer-Aided Descriptive Geometry Teaching, Computers in the Schools*, doi:10.1080/07380569.2013.764480, Interdisciplinary Journal of Practice, Theory, and Applied Research, 30(1-2), 48-60.

Zulnaidi H., Zamri S. (2017). *The Effectiveness of the GeoGebra Software: The Intermediary Role of Procedural Knowledge On Students' Conceptual Knowledge and Their Achievement in Mathematics*, doi: 10.12973/eurasia.2017.01219a, Eurasia journal of mathematics science and technology education, 13(6), 2155-2180.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Implementación de aula invertida en la asignatura de Diseño de Procesos Químicos del Máster profesional en Ingeniería Industrial

J. Requies, V.L. Barrio, I. Agirre, E. Acha y K. Bizkarra[a]
jesus.requies@ehu.eus; laura.barrio@ehu.eus; ion.agirre@ehu.eus; esther.acha@ehu.eus; kepa.bizkarra@ehu.eus

[a]Escuela de Ingeniería de Bilbao– UPV/EHU (Plaza Ingeniero Torres Quevedo 1, 48013 Bilbao, Bizkaia)

Abstract

Flipped classroom is a methodology mainly based on delivery instructional content to be used outside the classroom. This methodology was applied in "Chemical Process Design" subject, corresponding to the first course of the Master`s in Industrial Engineering. This course has 3 ECTS distributed on master classes, computer lessons and seminars. The main objective of this course is to provide students with the fundamentals and technologies applied in the field of chemical process design. This course is evaluated by continuous and final assessments. In the continuous assessment, students simulate a chemical process. This is the first time students work with this software and different problems regarding the practical skills with the simulator were detected. To improve the skills students learn about the simulator, different video lessons were prepared combining videos and traditional computer lessons. The aim of this work is to analyze the effect of the video lessons in the students' learning needs. Thus, students' marks of this academic course were also analyzed and compared to the previous ones. Results were highly positive for most of the students. Hence, it seems flipped classroom is an effective tool for the knowledge embracement in the area of the chemical process simulation.

Keywords: *flipped classroom, learning, methodology, videos*

Resumen

El aula invertida es una metodología basada principalmente en la obtención de conocimiento por parte del alumno fuera del aula. Esta metodología se ha aplicado a la asignatura de "Diseño de Procesos Químicos", correspondiente al primer curso de Máster en Ingeniería Industrial. Este curso tiene 3 ECTS distribuidos en clases magistrales, prácticas de ordenador y seminarios. El objetivo principal de este curso es proporcionar a los estudiantes los

ISBN: 978-84-09-02970-9

fundamentos y tecnologías aplicadas en el área del diseño de los procesos químicos. Este curso consta de evaluación continua y final. En la evaluación continua los alumnos simulan un proceso químico y se han detectado problemas relacionados con las habilidades prácticas necesarias para el uso del simulador. Para mejorar estas habilidades, se prepararon varios vídeos combinándolos con las clases tradicionales de ordenador. El objetivo del presente trabajo es analizar el efecto de este aprendizaje en los estudiantes. De igual modo, también se estudiaron las calificaciones del alumnado y se compararon con años anteriores. Los resultados fueron muy positivos para la mayoría de los estudiantes. Por lo tanto, parece que el aula invertida es una herramienta eficaz para interiorizar el conocimiento en el área de la simulación de procesos químicos.

Palabras clave: *aula invertida, aprendizaje, metodología, vídeos*

1. Introducción

El concepto de aula invertida (flipped classroom) no versa únicamente en grabar parte de una clase o un tema concreto en un vídeo, si no en emplear ese vídeo tutorial como medio de transmisión efectivo fomentando el razonamiento crítico-reflexivo. De manera que se puede dedicar más tiempo a: i) interactuar con los alumnos, ii) aumentar la motivación, iii) mejorar el rendimiento mediante una retroalimentación formativa y iv) diferenciar las necesidades que cada alumno, así como realizar actividades propias del proyecto desarrollado con metodología PBL (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2014). Autores como Mingorance et al. (Mingorance, Trujillo, Cáceres, & Torres, 2017) establecen también que esta metodología consigue disminuir drásticamente el número de alumnos no presentados en la asignatura.

Este modelo de aprendizaje presenta cuatro claves básicas (Bishop & Verleger, 2013): i) la generación de ambientes flexibles en el ritmo de aprendizaje, ii) el cambio en la cultura de aprendizaje, más centrada en el estudiante y generando más oportunidades de aprendizaje en el aula de forma más personal, iii) el diseño de material intencional, apropiado a las características del curso, la materia y el alumnado; y iv) docentes o grupos de docentes cualificados, que observen y evalúen el trabajo desarrollado por el alumnado.

Una de las tareas realizadas en este trabajo ha sido la de evaluar el impacto de los recursos audiovisuales preparados para los estudiantes. A continuación, se comparan los resultados obtenidos con las diferentes metodologías analizadas y se evalúan por parte del profesorado para poder establecer las fortalezas y debilidades de los procesos de aprendizaje. En definitiva, en este trabajo se trata de lograr la implicación y colaboración del alumnado mediante el empleo de un aprendizaje invertido, así como una enseñanza y aprendizaje on-line en carreras de ingeniería, no muy habitual pero con resultados satisfactorios allí donde

ISBN: 978-84-09-02970-9

se ha probado (Kerr, 2015), liberando espacio para ahondar en el aprendizaje activo mediante PBL que ya se realiza.

1.1 Situación de partida

La clase invertida se ha aplicado a alumnos de 1º del Máster universitario en Ingeniería Industrial para la asignatura de "Diseño de Procesos Químicos" en el que actualmente ya se emplean metodologías activas. Esta asignatura consta de 3 créditos ECTS distribuidos en clases magistrales (15 h), prácticas de ordenador (9 h divididas en 6 sesiones de 1.5 h) y seminarios (6 h): Se imparte a 4 grupos en 3 idiomas distintos (castellano, euskera e inglés), con un total de unos 240 alumnos por curso.

En esta asignatura los alumnos tienen que diseñar un proceso químico industrial a partir de un escenario real, utilizando un simulador de procesos químicos potente, y a su vez complejo, como es Aspen Plus. La realización de este proyecto abierto se realiza de manera dinámica y cooperativa mediante metodologías activas -el alumnado tiene que buscar información y aplicarla en el diseño de su proceso.

En años anteriores se había detectado que en el diseño del proceso químico estaban limitados por los problemas que encuentra el alumnado con el manejo del software, no desarrollando aspectos más técnicos del proyecto.

Hasta ahora, durante las primeras 3-4 sesiones se han venido explicando los aspectos básicos de Aspen Plus y los niveles de trabajo que se exige dominar al alumnado. El material que el alumnado disponía para esto eran unas presentaciones en power point, además de las explicaciones orales del profesorado durante las clases presenciales. Este ritmo de aprendizaje permitía al alumnado emplear las dos últimas sesiones presenciales al desarrollo del proyecto.

Durante los últimos años, se había observado que la materia que se requería impartir en esas primeras sesiones era mucha, teniendo la sensación (tanto el alumnado como el profesorado) de ir deprisa y sin tiempo para asimilar conceptos ni para entrar en aspectos más complejos que podrían permitir al alumno diseñar un proceso mucho más acorde con los procesos industriales reales. Además, las enormes posibilidades del software lo hacen complejo, y al alumnado le surgían muchas dudas de manejo a la hora de llevar a cabo su proyecto.

Como respuesta a esa problemática, se ha modificado la forma de impartir las clases durante las sesiones presenciales iniciales, donde, hasta ahora, se enseñaban los conocimientos sobre el software que los alumnos necesitan manejar para llevar a cabo un proyecto exitoso. A lo largo del último curso académico (2018-19) se ha hecho uso de una serie de recursos audiovisuales cortos (video tutoriales). En cada uno de ellos se trata un tema en concreto, de forma que cuando el alumnado tenga dudas pueda ir directamente al video tutorial que necesita. Además, siguen disponiendo de las presentaciones que se empleaban otros años, las explicaciones del profesorado y los apuntes que ellos han ido tomando durante las sesiones presenciales. El video tutorial es una herramienta muy adecuada para el aprendizaje de un

ISBN: 978-84-09-02970-9

software, ya que resulta mucho más natural ver cómo se hace algo, que leer páginas y páginas con pantallazos de un software. Se pueden pausar siempre que se desee y permiten repetir uno mismo lo mostrado en el video tutorial. Los videos incluyen tanto imágenes como explicación oral, lo cual favorece el entendimiento y la asimilación del funcionamiento del software. De esta forma, al comenzar la sesión el alumnado ya sabe con qué se va a trabajar durante esa clase. Y en lugar de emplear la mayor parte del tiempo en esas explicaciones, se puede emplear directamente para realizar ejercicios prácticos y analizar peculiaridades del software al realizar esos cálculos, hacer variantes del mismo ejercicio para que vean diferentes opciones de simulación, etc.

1.2 Objetivos

El objetivo principal se fundamenta en la mejora del aprendizaje autónomo y activo incluyendo el método de aula invertida y compaginándolo con la estructura actual de la asignatura. De este modo, el objetivo es tener un modelo de enseñanza centrado en el alumnado, en sus necesidades de aprendizaje, trasladando parte de ese proceso de aprendizaje al exterior del aula. De esta forma, se conseguirá que las horas presenciales no se dediquen a la mera exposición del funcionamiento del simulador, si no a trabajar aspectos más técnicos u opciones más reales de simulación (Mason, Shuman, & Cook, 2013).

1.3 Mejoras esperadas en los resultados de aprendizaje

Con la incorporación de la metodología de aula invertida o "Flipped Learning", se espera que el alumnado adquiera los conocimientos básicos del uso del simulador antes de las sesiones presenciales. De esta forma, dichas sesiones se emplearán para asimilar conceptos, profundizar en el conocimiento del simulador e ir viendo cómo se pueden simular los procesos que el alumnado vaya necesitando a lo largo de su proceso de aprendizaje a través del proyecto abierto a resolver (Herreid & Schiller, 2013). Por tanto, se espera que la inclusión de la clase invertida ayude a:

- Lograr que las sesiones presenciales tengan una mayor carga conceptual, sacando mucho más provecho y llegando así a analizar cuestiones más complejas, logrando así un aprendizaje más profundo, progresivo y mucho más significativo del simulador Aspen Plus.
- Evitar que la falta de conocimiento previo del simulador sea un obstáculo a la hora del diseño del proyecto.
- Aumentar la implicación, colaboración y motivación del alumnado fomentando el aprendizaje fuera del aula.
- Mayor grado de aprovechamiento de las horas presenciales.

Como resultado de todas estas mejoras, se espera que el diseño del proceso químico a desarrollar por el alumnado sea más completo y posea unas características y un grado de detalle más profundo.

ISBN: 978-84-09-02970-9

2. Metodología

Para llevar a cabo el trabajo previamente descrito, se realizaron las acciones que a continuación se enumeran.

1. Preparación del material audiovisual para el alumnado. Los videos tutoriales están accesibles en la plataforma Egela a través de enlaces (privados) a YouTube, de forma que pueden acceder a ellos desde cualquier dispositivo. Destacar que se ha introducido un tema nuevo en el último curso académico en el que no se va a trabajar con material audiovisual, para tratar de analizar dicho efecto.

2. Preparación de documentos que acrediten un buen funcionamiento del trabajo cooperativo (contrato de la formación del grupo, actas de reuniones y auto y co-evaluación).

3. Preparación de cuestionarios a realizar al alumnado, para evaluar el aprendizaje con los videos tutoriales (conocer su opinión, si les ha servido para ser más autónomos y analizar los puntos fuertes y débiles del diseño del aula invertida).

4. Evaluación del trabajo final realizado por los grupos.

5. Comparativa de resultados de aprendizaje del alumnado obtenidos al emplear el aula invertida con respecto a los resultados de años anteriores sin aula invertida.

6. Estudiar el feedback recibido por el alumnado para ver si procede aplicar acciones correctoras en el diseño del aula invertida para el siguiente curso o ampliar su desarrollo.

La evaluación del trabajo realizado se ha llevado a cabo de forma continua a través de diferentes entregables y con tutorías personalizadas. Mencionar el uso de una rúbrica a través de la cual el alumnado conoce desde el inicio cómo se evaluará la parte de la asignatura que se trabaja con Aspen Plus. La plataforma eGela también permite ver qué parte del alumnado visiona los vídeos; esto servirá para analizar si el alumnado trabaja con el material preparado.

3. Resultados

Los resultados del uso del aula invertida se van a analizar desde dos puntos de vista: i) resultados de las encuestas realizadas al alumnado antes y después del uso del aula invertida, y ii) resultado de las evaluaciones de los trabajos, su complejidad técnica y su comparación con los resultados obtenidos en anteriores cursos académicos.

En la encuesta previa al inicio del uso del aula invertida se preguntaba por el conocimiento previo del software Aspen Plus, por el conocimiento de la metodología aula invertida, y las ventajas e inconvenientes que veían en ellas. Por los resultados obtenidos (ver Tabla 1) se deduce que la gran mayoría desconoce el uso del simulador Aspen Plus al igual que la metodología aula invertida, pero cuando se les explica en qué consiste esta metodología, los alumnos se percatan de que a lo largo de su trayectoria universitaria bien en grado o en máster han trabajado con metodologías semejantes. Cabe destacar que a priori el aula invertida es bien acogida, ya que esperan que los vídeos preparados les sirvan de gran ayuda (“para algo o mucho”) en la adquisición de competencias (92.2% de los alumnos encuestados).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Tabla 1. Resultados de las encuestas previas al desarrollo de la metodología de aula invertida.

	Conocimiento software Aspen	Conocimiento Metodología Aula invertida	Conocimiento metodologías similares	Ayuda de los vídeos en la adquisición de competencias
Sí	6.9	3.7	52	
No	93.1	96.3	48	
Muy Poco				2.5
Poco				5.3
Algo				45.9
Mucho				46.3

Entre las ventajas e inconvenientes que ve el alumnado en el uso del aula invertida, destacan el poder usar ese material preparado en cualquier momento y lugar, pudiendo preparar la materia a su ritmo. Dentro de los inconvenientes algún alumno comenta la imposibilidad de la resolución de dudas en el momento en el que se está visionando el vídeo, ya que el profesor no le puede ayudar. Este inconveniente se puede mejorar bien fomentando el uso de herramientas como los "foros" en la plataforma eGela (Moodle) o bien acudiendo a tutorías con el profesor.

En cuanto a las encuestas realizadas a los alumnos después de la finalización de las clases, se ha constatado que el alumno ve los vídeos en la universidad (51.1%) o en casa (46.5%), siendo el ordenador personal el instrumento más utilizado para ver este material audiovisual (78.3%), y el conjunto de tablets y smartphones las otras dos herramientas más empleadas. Esto ratifica que el alumno o alumna puede desarrollar las diferentes competencias a su ritmo. De hecho, la mitad del alumnado (50.9%) siempre vio los vídeos antes de cada una de las sesiones. Este porcentaje aumentó hasta un 79.7% si se tiene en cuenta el alumnado que admite haber usado "casi siempre" material audiovisual antes de cada una de las sesiones, siendo únicamente el 2% del alumnado, aquel que admite que nunca vio el material audiovisual antes de cada una de las sesiones. Estos datos coinciden con el acceso al material detectado por el profesorado, ya que la plataforma eGela (Moodle) permite ver quién accede al material y a qué hora, pudiendo instigar al alumnado a su visionado previo en el caso de que se haya detectado falta de implicación.

En esta Tabla 2 se analiza el nivel de seguridad/confianza que muestra el alumnado en distintos momentos del proceso de aprendizaje:

i) Después de ver los vídeos.
ii) Después de ver los vídeos y acudir a la sesión presencial.
iii) Tras una sesión presencial del tema que no tiene vídeos.

Después de ver el material audiovisual, un 44% se sentía muy seguro del conocimiento adquirido antes de ir a clase, mientras que un 51% poco seguro y un 4.6% nada seguro. Estos valores mejoraban después de las sesiones de ordenador presencial, en donde un 70% se

ISBN: 978-84-09-02970-9

sentía seguro de las competencias adquiridas frente al 26% y 3.8% que se sentían poco o nada seguros, respectivamente. Como se ha comentado en el apartado de la metodología únicamente una de las sesiones de ordenador no disponía de material audiovisual. En este caso, las competencias a adquirir se desarrollaron únicamente en sesión presencial y con material no-audiovisual que poseían con anterioridad. Para este tema únicamente un 32.4% se sentía muy seguro. De estos datos se puede concluir que los alumnos aprovechan mejor las clases presenciales tras acudir a las mismas habiendo trabajado previamente el vídeo y por tanto con un conocimiento previo. También es destacable que el uso de esta metodología de aula invertida favorece el trabajo previo en casa. El empleo previo de material audiovisual hace que los alumnos que no dedican nada de tiempo de preparación disminuya de un 28.8% a un 7.7% del alumnado.

Tabla2. Resultados de las encuestas tras finalizar el proyecto.

	Después de vídeo	Después de vídeo y clase	Después de clase (tema sin vídeo)	Preparación previa (tema con vídeo)	Preparación previa (tema sin vídeo)
Muy Seguro	44.4	69.2	32.4		
Poco Seguro	51.0	26.0	56.6		
Nada Seguro	4.6	3.8	11.0		
Nada				7.7	28.8
Menos 1 h				64.3	50.9
Entre 1 y 2 h				26.0	17.3
Más de 2 h				2.0	3.0

Tabla 3. Resultados académicos del proyecto obtenidos en distintos cursos académicos.

	Curso 18-19 (Flipped classroom)	Curso 17-18	Curso 16-17
Sobresaliente (9-10)	**35.0**	**37.9**	**37.6**
Notable (7-< 9)	43.2	46.1	46.2
Aprobado (5-< 7)	20.2	16.0	15.1
Suspenso (< 5)	1.6	0.0	1.1

El uso de la clase invertida no mejora los resultados académicos obtenidos (ver Tabla 3), ya que se reducen el número de sobresalientes y notables. Aún y todo, hay que destacar que la dificultad del proyecto se incrementó en el último curso académico al poder incluir nuevos temas. Es decir, el hecho de aplicar la clase invertida ha implicado el mejor aprovechamiento de las clases tanto desde el punto de vista del alumnado como desde el punto de vista del

ISBN: 978-84-09-02970-9

profesor, pudiendo incluir nuevos temas y elevando el nivel de exigencia de los proyectos. No obstante, para ver una tendencia real se requieren resultados de más cursos académicos.

4. Conclusiones

Las principales conclusiones obtenidas son:

- Mayor dedicación del alumno a preparar las sesiones magistrales, mejorando así la motivación del alumnado en su aprendizaje.
- Afianzamiento de la seguridad del alumnado en su camino de aprendizaje.
- Que el aula invertida no es sustitutiva a las clases presenciales.
- Mayor conocimiento del software y, por ende, diseño de procesos más complejos.
- Experiencia motivadora tanto para el alumnado como para el profesorado.
- Mayor satisfacción del profesorado por la calidad de los proyectos obtenidos.
- Mayor interacción profesor-alumnado tal y como describen Murray et al. (Murray, Koziniec, & Mcgill, 2015).

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación al Servicio de Asesoramiento Educativo (SAE/HELAZ) de la UPV/EHU, proyectos de educación innovativa PIE 2018-19.

Referencias

Bishop, J., & Verleger, M. (2013). Testing the flipped classroom with model-eliciting activities and video lectures in a mid-level undergraduate engineering course. *2013 ASEE Annual Conference & Exposition*, 1–18.

Herreid, C. F., & Schiller, N. A. (2013). Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, *42*(5), 62–66. https://doi.org/doi.org.proxy2.lib.umanitoba.ca/10.1

Kerr, B. (2015). The flipped classroom in engineering education: A survey of the research. *Proceedings of 2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2015*, (September), 815–818. https://doi.org/10.1109/ICL.2015.7318133

Mason, G. S., Shuman, T. R., & Cook, K. E. (2013). Comparing the effectiveness of an inverted classroom to a traditional classroom in an upper-division engineering course. *IEEE Transactions on Education*, *56*(4), 430–435. https://doi.org/10.1109/TE.2013.2249066

Mingorance, A. C., Trujillo, J. M., Cáceres, P., & Torres, C. (2017). Improvement of Academic Performance Through the Flipped Classroom Methodology Centered in the Active Learning of the University Student of Education Sciences. *Journal of Sport and Health Research*, *9*(1), 129–136.

Murray, D., Koziniec, T., & Mcgill, T. (2015). Student Perceptions of Flipped Learning. *Proceedings of the 17th Australasian Computing Education Conference (ACE 2015)*, *160*, 57–62.

Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2014). Invertido Aprendizaje Índice. In *Reportes Edu Trends*.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La instrucción por pares (PI) como herramienta para lograr un enfoque profundo en el estudio.

M. Bonet-Aracil[a], J. Gisbert-Payá[a], E. Bou-Belda[a], I. Montava[a] y P. Díaz-García[a]
maboar@txp.upv.es; jaigispa@txp.upv.es; evbobel@upv.es; imontava@txp.upv.es; pdiazga@txp.upv.es

[a] Universitat Politècnica de València. Departametno de Ingeniería Textil y Papelera. Plaza Ferrandiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoy, España.

Abstract

Recently there has been an important growth in the application of new teaching methodologies in contrast to traditional teaching in which during the development of the classes the students are shown new concepts extracted directly from books or other sources. The process of peer instruction (PI) allows, based on basic notions, that the student deepens into the content in order to be able to discuss with colleagues. That allows them to assimilate the concepts. The main objective of this research is to study if PI can motivate more students, then the student's approach to the subject will be evaluated. The results show that there is a change in the attitude of the student at the time of approaching the study of the subject if it is compared with the attitude of the student previously to have studied with peer instruction methodology (PI).

Keywords: *Peer Instruction, learning, deep student, superficial student.*

Resumen

En los últimos años se observa un crecimiento importante en la aplicación de nuevas metodologías docentes en detrimento de la enseñanza tradicional caracterizada porque durante el desarrollo de las clases se muestran a los estudiantes los nuevos conceptos extraídos directamente de libros u otras fuentes. El proceso de instrucción por pares (PI) permite, a partir de unas nociones básicas, que el alumno profundice en los contenidos para poder debatir con los compañeros lo que le permite asimilar los conceptos. El objetivo de esta investigación en primer lugar es estudiar si PI consiguen motivar más a los

ISBN: 978-84-09-02970-9

alumnos y para ello se evaluará el enfoque del estudiante frente a la asignatura. Los resultados muestran que existe un cambio en la actitud del alumno a la hora de abordar el estudio de la asignatura si se compara con la actitud del alumno previamente a haber estudiado con la metodología de instrucción por pares (PI).

Palabras clave: *Instrucción por pares, aprendizaje, estudiante profundo, estudiante superficial.*

1. Introducción

El proceso de aprendizaje es un proceso complejo y son múltiples los factores que lo condicionan como puede ser el método empleado, el grupo objetivo que recibe la docencia, el docente, el entorno etc. Si bien es indiscutible que el proceso de aprendizaje implica evidentemente la participación del alumno, pero el entorno del alumno es muy diverso y por tanto la actitud del alumno frente a una materia puede ser muy diversa, puede observarse la existencia de alumnos que realmente quieren aprender o alumnos que persiguen aprobar la asignatura o incuso alcanzar la Matrícula de Honor por el reconocimiento y no por el aprendizaje de una materia, es decir podemos encontrar el alumno profundo, el alumno superficial, el alumno estratega o incluso subcategorías dentro de estas clasificaciones tales como el alumno profundo vago o el superficial activo.

Para que el alumno se implique debe apropiarse de los objetivos. El alumno debe percibir los objetivos como propios y en ello influye su historia previa. Los estudiantes necesitan ser conscientes de hacia donde les conduce cada asignatura y la titulación en su conjunto para percibir el sentido y la relevancia de su esfuerzo. Esta es la condición imprescindible para asumir sus estudios como un reto propio, implicarse en él y conducir su trabajo de forma autónoma y autorregulada (Paricio 2010).

La elección de estrategias que fomenten la participación activa y colaborativa en el proceso de aprendizaje tiene un efecto medible en el rendimiento del alumno y su implicación, involucración o compromiso con la asignatura, lo que en terminología anglosajona se conoce como *engagement*. Zywno, M. S.(Zywno 2007) demostró que la adopción de actividades complementarias u opcionales puede estar directamente relacionada con la satisfacción del alumno y con su nivel de implicación en estudios de ingeniería.

La práctica más tradicional de plantear preguntas durante las clases sólo consigue involucrar a estudiantes altamente motivados, un proceso de preguntas más estructurado como es el que se sigue en la instrucción por pares (*peer Instruction* PI) consigue involucrar a cada estudiante de la clase. PI es un método didáctico que lo empezó a desarrollar en 1990 el profesor Eric Mazur (Marzur 1997), decano del Área de Física Aplicada de la Universidad de Harvard que ha sido testeado durante años e investigado su efectividad (Crouch 2001; Kennedy 2005;

ISBN: 978-84-09-02970-9

Fagen 2002; Hake 1998; Meltzer 2002; Sharma 2005; Shapiro 1997;Poulis 1998). También se ha investigado la construcción de diferentes normas en la clase al aplicar PI (Turpen 2010). Este método es aplicado en el aula, los estudiantes se involucran en su propio aprendizaje, centrando su atención en los conceptos subyacentes. Las clases consisten en cortas presentaciones de temas claves seguida por una prueba de concepto. Estas pruebas conceptuales se llaman test conceptuales (TC).

PI es una estrategia de enseñanza en la que dos-tres estudiantes discuten y explican su forma de pensar en relación a un tema concreto. El objetivo de la discusión es la comprensión más profunda del tema o problema en discusión, lo que hace que sean mucho más propensos a recordar y utilizar el concepto y produciendo, en definitiva, un aprendizaje de más calidad. El acto de explicar y defender lo que uno ha comprendido de uno, contra las explicaciones alternativas de los demás ayuda a los estudiantes a que se involucren profundamente en el aprendizaje. Por el contrario, el aprendizaje superficial consiste en la memorización de información, su almacenamiento con poco efecto indirecto en las áreas más importantes de la vida que tienen que ver con la verdadera comprensión de fondo y la aplicabilidad de lo aprendido.

El método se puede describir en los siguientes pasos:

- Plantear una pregunta (*1min*)
- El estudiante tiene para pensar en la respuesta acerca del tema (*1-2 min*).
- El estudiante emite su respuesta (*opcional*).
- Los estudiantes tienen sus respuestas en grupos de tres a cuatro estudiantes, llegando a un consenso sobre la respuesta correcta (*peer instruction*).
- Los estudiantes emiten las respuestas revisadas (*opcional*).
- El docente planea un tiempo razonable de clase para reforzar o enriquecer con los estudiantes, por medio de la discusión los nuevos conceptos (*Feedback* del profesor). Y el profesor cuenta las respuestas.
- Explicación de la respuesta correcta (*2 min*)

2. Metodología

PI lleva implícito el aprendizaje de alto nivel, es por ello que nos planteamos usarlo para mejorar el "*engagement" o implicación* y producir aprendizajes más significativos en los alumnos de la asignatura de Materiales para el Diseño de Productos Textiles de tercer curso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.

La medición del *engagement* o el nivel de implicación se puede medir mediante indicadores observables con relativa facilidad (Fedricks 2004). Pedro Morales (Morales 2011) propone un test titulado « Una medida sencilla de enfoques en el estudio (profundo o superficial) »

ISBN: 978-84-09-02970-9

adaptado de Simons et al (Simons 2004). Las preguntas se muestran en la tabla 1. Como claves a dicha encuesta se indica que las preguntas cuyos items son pares corresponden a un enfoque superficial mientras que las preguntas con items impares corresponden con un enfoque profundo.

Tabla 1. Preguntas presentadas a los alumnos

PREGUNTAS
01. Integrando diversas fuentes de información (apuntes, notas de clase, texto…)
02. Repitiendo lo mismo una y otra vez en distintas ocasiones
03. Haciendo resúmenes
04. Aprendiendo de memoria lo que no entiendo
05. Relacionando el material visto en distintas asignaturas
06. Memorizando hasta que puedo repetirlo literalmente
07. Distinguiendo lo importante de los detalles
08. No estudiando lo que sé o sospecho que el profesor no va a preguntar
09. Volviendo a repasar lo que no entiendo bien, hasta entenderlo
10. Dejando sin estudiar lo que no entiendo
11. Subrayando lo más importante
12. Dejando sin estudiar lo que no me parece importante

Con el objetivo de cuantificar los valores y poderlos analizar se le ha asignado un valor numérico (N) a las respuestas obtenidas para cada pregunta, para ello se ha procedido a aplicar la siguiente ecuación :

$$N = \Sigma\, n_i \cdot V_i \qquad (1)$$

Donde :

N = valor numérico de la pregunta

ISBN: 978-84-09-02970-9

n = número de individuos que han contestado la opción i (siendo i un valor numérico del 1 al 6 según la clasificación de la tabla 2)

V = valor numérico asignado a la respuesta i

Tabla 2. Posibles respuestas y puntuación asignada

RESPUESTAS/ PUNTUACIÓN						
Valor (V)	1	2	3	4	5	6
Respuesta	Nunca	Alguna vez, ocasionalmente	Bastantes veces	Muy a menudo	Muy frecuentemente	Siempre

La misma encuesta se ha repartido a los alumnos en dos ocasiones, la primera de ellas se realizó durante el primer día de clase tras haber explicado los contenidos de la asignatura y la metodología a aplicar. La segunda encuesta se realizó el último día de clase tras haber realizado todos los procesos de evaluación. Con el fin de eliminar cualquier coacción al alumno, las respuestas se procesan de forma anónima sin vincular las respuestas a los alumnos encuestados. El número de alumnos encuestados fue 16, correspondiente a los alumnos matriculados para el curso 2018/2019.

3. Resultados

Los valores numéricos de cada una de las respuestas se muestran en la tabla 3. Los datos se presentan agrupados por las respuestas obtenidas en el test inicial y tras el desarrollo de la asignatura. Atendiendo a la clasificación de las preguntas según Pedro Morales, las preguntas pares corresponden con alumnos superficiales mientras que las preguntas impares pertenecen a alumnos profundos. El análisis de los valores numéricos de las preguntas permite evidenciar que los valores numéricos de las preguntas impares son considerablemente superiores a los de las preguntas pares y a priori permite deducir que se dispone de un elevado número de estudiantes que abordarán la asignatura con un enfoque profundo. Este resultado era previsible ya que se trata de una asignatura de tercer curso optativa que generalmente, se cursa por los alumnos que pretenden realizar una intensificación en Ingeniería textil durante cuarto curso, por lo que se presupone que serán alumnos motivados por la asignatura.

Cuando se analizan los resultados de las encuestas tras haber cursado la asignatura se aprecia un incremento en los resultados de las preguntas impares y una disminución en los valores

ISBN: 978-84-09-02970-9

numéricos de las respuestas en las preguntas pares. Este resultado permite deducir que, al finalizar la asignatura se ha incrementado el número de alumnos que afrontan la asignatura con un enfoque profundo. Además se puede observar cómo se abandonan actitudes como:

- Aprender de memoria lo que no se entiende.
- No estudiar lo que se prevé no se preguntará por el profesor

Tabla 3. Respuestas de los alumnos encuestados

Estudio	INICIO	FIN
01. Integrando diversas fuentes de información (apuntes, notas de clase, texto…)	57	81
02. Repitiendo lo mismo una y otra vez en distintas ocasiones	25	17
03. Haciendo resúmenes	53	81
04. Aprendiendo de memoria lo que no entiendo	78	19
05. Relacionando el material visto en distintas asignaturas	42	84
06. Memorizando hasta que puedo repetirlo literalmente	20	17
07. Distinguiendo lo importante de los detalles	77	85
08. No estudiando lo que sé o sospecho que el profesor no va a preguntar	69	27
09. Volviendo a repasar lo que no entiendo bien, hasta entenderlo	76	83
10. Dejando sin estudiar lo que no entiendo	24	20
11. Subrayando lo más importante	72	93
12. Dejando sin estudiar lo que no me parece importante	71	22

4. Conclusiones

Los resultados presentados muestran cómo se ha obtenido una respuesta favorable de modo que se aprecia un cambio en la actitud de los alumnos frente la asignatura. Se ha conseguido mover al alumno de un enfoque superficial hacia un enfoque profundo lo que permite afirmar

ISBN: 978-84-09-02970-9

que el feedback recibido y la metodología aplicada han sido eficaces en la motivación del alumno para abordar el aprendizaje de la asignatura.

Los resultados de este trabajo se completarán con acciones futuras en las que se pretende abordar el seguimiento de los alumnos en cursos posteriores y analizar la fidelización de los mismos en los contenidos que versan sobre la Ingeniería textil.

Referencias

Crouch, C. H.; Mazur, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics* **2001,** 69 (9), 970-977

Fagen, A. P.; Crouch, C. H.; Mazur, E. Peer instruction: results from a range of classrooms. *The Physics Teacher* **2002,** 40 (April), 206-9

Fredricks, J. A.; Blumenfeld, P. C.; Paris, A. H. School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of educational research* **2004,** 74 (1), 59-109

Hake, R. R. Interactive engagement vs. traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am. J. Phys.* **1998,** 66, 64-74

Kennedy, G. E.; Cutts, Q. I. The association between students' use of an electronic voting system and their learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning* **2005,** 21, 260-268

Mazur, E. *Peer Instruction: A User's Manual*. Prentice Hall: Saddle River, 1997

Morales, P. http://www.upcomillas.es/personal/peter/otrosdocumentos/CuestionariosyEscalas.doc.

Meltzer, D. E.; Manivannan, K. Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture. *American Journal of Physics* **2002,** 70 (6), 639-654

Paricio-Royo, J. (2010). Un modelo de guía docente desde los resultados de aprendizaje y su evaluación. Instituto de Ciencias de la Educación. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Shapiro, J. A. Electronic student response found feasible in large science lecture hall. *Journal of College Science Teaching* **1997,** 26, 408-412

Sharma, M. D.; Khachan, J.; Chan, B.; O'Byrne, J. An investigation of the effectiveness of electronic classroom communication systems in large lecture classes. *Australasian Journal of Educational Technology* **2005,** 21 (2), 137-154

Simons, J., Dewitte, S., & Lens, W. (2004). The role of different types of instrumentality in motivation, study strategies, and performance: Know why you learn, so you'll know what you learn!. British Journal of Educational Psychology, 74(3), 343-360 pp.

Zywno, Malgorzata S. (2007) Optional activities as a way to improve student engagement and academic achievement in a large engineering class. En International Conference on Engineering Education (ICEE'07).

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

Aprendizaje colaborativo a través de Youtube

M. Muniz Calvente[a], A. Álvarez-Vázquez[a] y Pelayo F. [a]
munizcmiguel@uniovi.es; alvarezvadrian@uniovi.es; fernandezpelayo@uniovi.es

[a]Dept. de Construcción e Ingeniería de Fabricación. Universidad de Oviedo. 33203. Gijón-Asturias.

Abstract

Information and Communication Technologies (ICTs) have been increasingly applied to teach. Although these tools improve and reinforce the student's learning, the students are not usually involved in the creation of new digital material, but rather they are only users of them. This paper presents a methodology that combines collaborative learning with the use of ICTs, and in particular with Youtube. The main objective of the methodology is to put the students as the real protagonists of the learning process, to reach deep learning and to improve a wide range of transversal competencies such as teamwork, oral expression, creativity, critical spirit and acceptance of external criticism. Finally, an example of practical application on the methodology is presented and the main conclusions of this work are listed.

Keywords: *ICTs, Collaborative learning , digital teaching material, Youtube.*

Resumen

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) son herramientas cada vez más aplicadas a la docencia. Si bien mediante estas herramientas se mejora y refuerza el aprendizaje del alumno, éste no suele ser participe de la creación del material docente, sino más bien un usuario del mismo. En este trabajo se presenta una metodología que combina el aprendizaje colaborativo con la utilización de las TICs, y en particular de Youtube. Esta metodología tendrá como principal objetivo hacer protagonista al alumno en el proceso de aprendizaje, potenciar el aprendizaje profundo de la materia impartida y mejorar un amplio abanico de competencias transversales como el trabajo en equipo, la expresión oral, la creatividad y, el espíritu crítico. Finalmente, se presenta un ejemplo de aplicación práctica sobre la asignatura y se enumeran las principales conclusiones de este trabajo.

Palabras clave: *TICs, aprendizaje colaborativo, material docente, Youtube.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

La metodología didáctica utilizada tradicionalmente en la enseñanza universitaria se ha caracterizado por la utilización de *Clases Magistrales*, en las que los profesores tratan de trasmitir contenidos sobre una determinada materia frente a un amplio grupo de alumnos que participan en el proceso de aprendizaje de manera totalmente pasiva (Glasser, 1986). Aunque este método ha sido utilizado durante siglos y por desgracia aún es uno de los más utilizados en la actulidad, muchos autores han puesto de manifiesto que la implementación de otras metodologías de aprendizaje son más efectivas y eficaces. Por este motivo, el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) persigue que el alumno sea el protagonista (Günter, 2008) y responable (Guardiola-Víllora, 2017) de su propio aprendizaje, pudiendo preparar de forma autónoma parte de los contenidos de la materia (Fernández Sánchez, 2009) (García Fernández, 2011), con lo que coloca el proceso de aprendizaje del alumno como eje principal para la definición de una renovación pedagógica, que implica la imperante necesidad de redefinir el rol del docente.

Por otro lado, cabe destacar el trabajo de W. Glasser (Glasser,1999), en el que explica que en la enseñanza no se debe impulsar al alumno hacia la memorización, ya que éste probablemente olvidará la mayoría de los conceptos poco tiempo después del examen. Con el objetivo de conseguir un aprendizaje más profundo, W. Glasser introduce una relación entre el grado de aprendizaje y la técnica utilizada, representando esta relación en lo que se denomina "pirámide de aprendizaje" (ver Figura 1). Basándose en esta teoría, uno de los principales objetivos a la hora de definir y poner en práctica una nueva metodología docente debería ser perseguir que los alumnos lleguen a realizar las acciones indicadas en la base de la pirámide (explicar, resumir, clasificar, estructurar, definir, generalizar, elaborar, probar e ilustrar) lo que implica utilizar metodologías de aprendizaje activas. Por otro lado, la utilización de metodologías de aprendizaje pasivo suele ir acompañada del descuido del fortalecimiento de ciertas competencias, como son la expresión oral, la creatividad, el valor de enfrentarse a nuevos retos, la búsqueda de metas personales, la superación personal, el espíritu crítico y la aceptación de las críticas externas, o el trabajo en equipo, entre otras.

Figura 1. Pirámide del aprendizaje. (Fuente: A.Segura (2017) basada en W. Glasser (1999))

ISBN: 978-84-09-02970-9

Por todo ello, este artículo presenta una metodología que combina el aprendizaje colaborativo con la utilización de las TICs, y en particular de Youtube®. Esta metodología tendrá como principal objetivo hacer protagonista al alumno en el proceso de aprendizaje, potenciar al aprendizaje profundo de la materia impartida y mejorar un amplio abanico de competencias transversales.

La metodología se basa en la grabación de un video por parte de los alumnos en el que explican razonadamente la forma de resolver un ejercicio, el cual es posteriormente corregido por otros alumnos y puesto a disposición del conjunto de la clase para incrementar la cantidad de material docente disponible relacionado con la asignatura. El hecho de que los alumnos deban explicar el procedimiento de resolución de los problemas, implica no solamente que vayan a ser partícipes del proceso de aprendizaje de sus compañeros, sino que su nivel de aprendizaje y la cantidad de información que retendrán en su memoria se verá incrementada sustancialmente (ver Figura 1).

2. Trabajos Relacionados

2.1 Aprendizaje Colaborativo

El aprendizaje colaborativo tiene su base en la teoría constructivista (Vigotsky, 1974), la cual se refiere al entorno de aprendizaje como «*un lugar donde los alumnos deben trabajar juntos, ayudándose unos a otros, usando una variedad de instrumentos y recursos informativos que permitan la búsqueda de los objetivos de aprendizaje y actividades para la solución de problemas*» (Wilson, 1995, p. 27). En relación a esta teoría, existen en la literatura diferentes estudios que persiguen establecer la labor del docente como simple facilitador de un ambiente de aprendizaje que permita al estudiante adquirir el conocimiento y transferirlo a sus compañeros de manera efectiva (Johnson, 1993), (Calzadilla, 2002) (Muniz-Calvente, 2018).

2.2 Uso de las TACs en la docencia

No cabe duda de que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) han invadido prácticamente todos los ámbitos de la vida diaria, llegando a transformar la forma en la que nos relacionamos (Facebook, Whatsapp, Instagram…) y en la que accedemos a la información y el conocimiento (Moya López, 2013). Sin embargo, aunque las TICs han tenido un altísimo impacto en la sociedad, aún son pocos los docentes y sistemas educativos que se han planteado el uso de los mismos de manera habitual en las aulas. Este hecho puede deberse principalmente a la brecha existente en la actualidad entre los alumnos, considerados "nativos digitales", y los docentes, que en muchos casos tienen bajas competencias digitales comparados con los primeros (Moya López, 2013). Por ello, es muy importante comenzar a formar a los docentes en el uso de las TICs e implementar lo antes posibe metodologías que incluyan la utilización de éstas en las aulas, reduciendo así la brecha digital existente ambos. Además,

ISBN: 978-84-09-02970-9

este tipo de proyectos docentes y actividades suele ser bien valorada por los alumnos, para los que supone un estímulo añadido (Lopez, 2013).

En este trabajo se hace uso de la red social Youtube como herramienta educativa (Ramírez-Ochoa, 2016) en un proceso de aprendizaje colaborativo. Cabe destacar que se ha seleccionado Youtube por el hecho de ser una de las plataformas de vídeo más utilizadas en la actualidad, además de ser una de las aplicaciones más frecuentes en los teléfonos (siendo una aplicación nativa en muchos de ellos). Este es un aspecto importante, ya que los alumnos no acceden frecuentente a las páginas oficiales de sus instituciones académicas (Campus Virtual, Moodle…), pero están constantemente conectados a las redes sociales desde sus teléfonos móviles (Guardiola-Víllora, 2017) y las visitan regularmente, lo que facilita el acceso a los alumnos al contenido digital generado en el proyecto docente.

3. Metodología

El proyecto tiene como objetivo involucrar a los alumnos en la creación de una colección de vídeos relacionados con la docencia a impartir. Cabe destacar que en este proyecto serán los alumnos los que creen el contenido multimedia (videos, informes…), lo compartan entre ellos y creen una red de difusión del conocimiento en el aula que favorezca el aprendizaje colaborativo. Esto contrasta con otras innovaciones docentes que utilizaban las TICs y en especial los vídeos como herramientas, ya que hasta la fecha la mayoría de ellas estaban basadas en contenido generado exclusivamente por los docentes, relegando a los alumnos a un segundo plano al igual que ocurría con las clases magistrales presenciales.

El diagrama de flujo de la Figura 2 muestra la metodología llevada a cabo, en la que el docente pasa a un segundo plano en el proceso de aprendizaje ya que sus tareas se centran únicamente en guiar y acompañar al alumno.

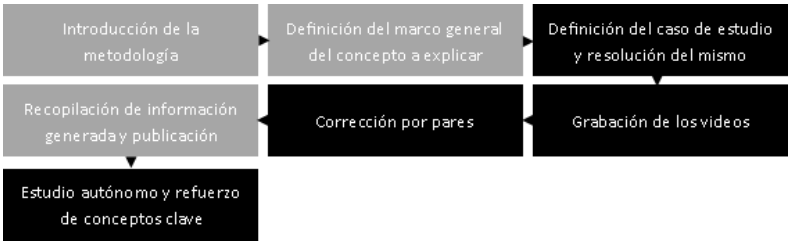


Figura 2. Metodología propuesta. En gris: tareas desarrolladas por el profesor; En negro: tareas desarrolladas por los alumnos

3.1 PASO 1: Introducción de la metodología al alumnado (Profesor)

El docente explica al alumnado el proyecto docente que se va a seguir en la asignatura, haciendo especial hincapié en que el éxito del mismo cae sobre el conjunto de los alumnos, de tal modo que si todos participan de forma activa el conjunto de la clase se verá altamente beneficiado. En este punto debe explicarse el diagrama de flujo de la Figura 2 a los alumnos, indicando cómo se va a implementar el sistema de corrección por pares y doble-ciego.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3.2 PASO 2: Definición del marco general del concepto a explicar o problema a resolver (Profesor)

El docente introduce los conocimientos relacionados con un tema de la asignatura, e indica a los alumnos el marco del trabajo que ellos deben desarrollar. Por ejemplo, en asignaturas de la rama científico-tecnológica el profesor puede introducir los diferentes métodos existentes para llevar a cabo la resolución de un problema (ejemplo: tiro parabólico, equilibrio de una estructura, equilibrio químico, problema estadístico…).

Posteriormente, el docente establece unas condiciones básicas para la definición por parte del alumno del enunciado del problema o caso de estudio que desea resolver o desarrollar.

3.3 PASO 3: Definición del caso de estudio y resolución del mismo (alumnos)

Basándose en la información aportada por el profesor, los alumnos deben formar grupos de 2 ó 3 personas y definir el enunciado del problema que van a resolver en el vídeo. Por ejemplo, si el tema a desarrollar es el movimiento parabólico, el alumno deberá inventarse un enunciado que puede ir desde el cálculo de la trayectoria de un pase de Messi a Luis Suárez, hasta el cálculo de un proyectil lanzado desde un barco. Esto no solamente favorece la creatividad del alumno, sino que le puede motivar a aplicar y entender la física mediante la aplicación en un caso que sea de su interés.

Una vez definido el caso de estudio, el alumno debe resolverlo e interiorizar el método de resolución hasta el punto de ser capaz de explicárselo a un tercero pormenorizadamente.

3.4 PASO 4: Grabación de los videos por parte de los alumnos (alumnos)

En este paso el alumno debe realizar un vídeo en el que explique con sus propias palabras la resolución del caso de estudio que ha definido en el paso anterior. Dado que el aspecto físico del alumno no es relevante y en su mayoría prefieren ocultar su identidad, se ha optado por utilizar la técnica de “hand drawing” o “whiteboard video animation”. En estas técnicas aparece únicamente la mano del autor, el cual va realizando dibujos o introduciendo imágenes recortadas para ir explicando un concepto, proceso o ejercicio (Ver figura 3.a).

Para la grabación de este video lo mejor sería utilizar cámaras de video (Ríos, 2000) pizarras digitales interactivas (Ruiz Tarragó, 2000), o Tablet PCs (García Fernández, 2011). Sin embargo, dado el alto coste que tendría poner a disposición de un gran número de alumnos estos equipos, se ha considerado que la utilización de los teléfonos móviles de los propios alumnos como herramientas de grabación es la alternativa más adecuadada. Además, el hecho de que la mayoría de los Smartphone ya dispongan de la aplicación Youtube y acceso a la red facilita la subida de los videos a Internet. Para facilitar la grabación, se han diseñado y fabricado estructuras que permitan sostener el móvil en una posición adecuada (ver Figura 3.b).

Una vez grabado el video, los alumnos lo deben subir a Youtube y enviar un enlace al mismo al profesor a través del Campus Virtual.

ISBN: 978-84-09-02970-9

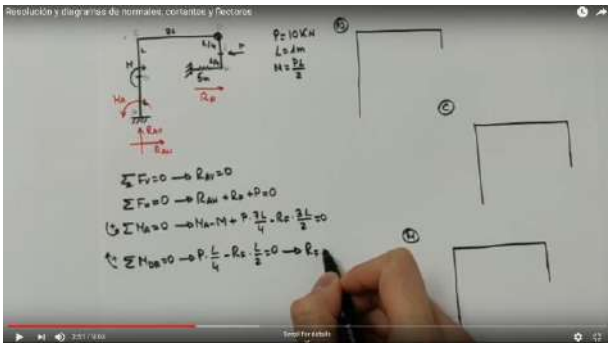
a)  b)

Figura 3. a) Captura de un video utilizando la técnica "hand drawing" o "whiteboard video animation"; b) Estructura facilitada a los alumnos para realizar la grabación

Cabe señalar también que la creación del video redunda en una mejora de las aptitudes informáticas del alumno, su expresión oral, la capacidad de transmitir conocimiento y sobre todo garantiza una mayor comprensión y aprendizaje profundo de la materia basándose en la pirámide de W. Glasser (ver Figura 1).

3.5 PASO 5: Corrección por pares (alumnos)

Una vez recibidos todos los videos por parte de los estudiantes, la herramienta Taller del Campus Virtual (UniOvi) permite al profesor realizar un cruce de ejercicios para llevar a cabo una corrección por pares entre los alumnos.

En esta fase del proyecto se ha observado que los alumnos son altamente exigentes con sus compañeros, ya que entienden que es necesario llevar a cabo una buena corrección para evitar crear contenido que no sea útil para el conjunto de la clase (Muniz Calvente, 2018). Además, en algunos casos la identificación de errores en la fase de revisión no solamente es beneficiosa para el alumno que recibe la corrección de su ejercicio, sino que también es positiva para el alumno que corrije, ya que observando en qué errores han caído sus compañeros probablemente él no caerá en el futuro.

Por último, cabe destacar que en algunos casos los alumnos utilizan razonamientos y explicaciones diferentes a las planteadas por el profesor de manera general en el aula, pero igual de válidas, lo que contribuye positivamente a la comprensión de conceptos fundamentales de la asignatura por parte de sus compañeros. Este hecho también se ve fomentado por las explicaciones más informales y horizontales (sin jerarquías) a las que suelen recurrir los alumnos de cara a sus compañeros.

3.6 PASO 6: Recopilación de información generada y publicación (Profesor)

Una vez finalizada la fase de corrección, el profesor de la asginatura es el encargado de recopilar todos los ejercicios y sus correcciones para crear una colección de videos relacionada con la temática bajo estudio que estará a disposición de los estudiantes para su consulta.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3.7 PASO 7: Estudio autónomo y refuerzo de conceptos (alumnos)

Finalmente, los alumnos pueden revisar la colección de videos recopilada por el profesor, y repasar todos aquellos aspectos que consideren oportunos para afianzar el conocimiento de la materia relacionada con la asignatura. Además, el uso de los videos permite a cada alumno establecer el ritmo de aprendizaje de manera autónoma, pausando y repitiendo las diferentes partes del video en cuestión en función de sus necesidades (García Fernández, 2011).

4. Ejemplo de aplicación, resultados y discusión

La metodología introducida en este artículo se ha aplicado en la asignatura Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales, impartida en el tercer curso del Grado de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. En el proyecto han participado más de 70 alumnos repartidos en 32 grupos de trabajo. En este caso, la metodología se ha implementado en 4 ocasiones durante el transcurso del cuatrimestre, lo que ha permitido crear 4 colecciones de contenido multimedia que contienen un total de más de 100 videos de ejercicios resueltos relacionados con distintos temás de la asignatura.

Se ha observado que los alumnos han respondibo muy favorablemente a la implantación de la metodología, han incrementado el uso de las tutorías durante el cuatrimestre y han reconocido que el proyecto les ha servido para seguir de forma continuada la asignatura. Además, ocasionalmente los enunciados presentados por los alumnos excedían las exigencias establecidas por los profesores, lo cual contribuyó positivamente a aumentar el nivel de la clase.

Por último, la metodología ha permitido evaluar al docente ciertas competencias transversales, como por ejemplo la capacidad de trabajo en equipo, la expresión oral, la creatividad, el espíritu crítico y la aceptación de las críticas externas.

5. Conclusiones

Las principales conclusiones de este trabajo son:

- Se ha presentado una metodología que logra una interdependencia positiva en la que los alumnos enfocan la adquisición del conocimiento relacionado con una asignatura como un objetivo común, compartiendo recursos e información de manera eficiente.
- Mediante la aplicación de la metodología propuesta se identificó una potenciación del aprendizaje colaborativo y una promoción de la interacción entre estudiantes, a la vez que se fortaleció la conciencia de responsabilidad individual del estudiante en el aporte durante el proceso de aprendizaje del conjunto.
- La grabación de los videos por parte de los alumnos ha permitido al profesor poder llevar a cabo la evaluación de diferentes competencias durante el transcurso del cuatrimestre.
- Se ha conseguido un aprovechamiento positivo del trabajo del alumno fuera del aula, a la vez que se ha favorecido el seguimiento de la asignatura durante el transcurso de la docencia.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Referencias

Calzadilla, M. E. (2002). *Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación*. Revista Iberoamericana De Educación, 29(1), 1-10

Fernández Sánchez P., Salaverria Camacho A., González Dacosta J. y. Mandado Pérez E (2009). *El aprendizaje activo mediante la autoevaluación utilizando un laboratorio virtual*. IEEE-RITA Vol. 4, Núm. 1, Feb.

García Fernández P.(2011). *Aprendizaje Autónomo Utilizando Videos Docentes*. IEEE-RITA Vol. 6, Núm. 2, May. 2011

Glasser W. (1986), *Control Theory in the classroom*. New York: Harper & Row.

Glasser, W. (1999). *Teoría de la Elección*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica Vigotsky, 1974

Guardiola-Víllora, Arianna; Pérez-García, Agustín (2017). *El estudiante universitario responsable de su propio aprendizaje*. JIDA'17. V Jornadas de Innovación Docente en Arquitectura. Sevilla, ETSA US, 16-17 noviembre, 2017. DOI: 10.5821/jida.2017.5245.

Günter L. Huber.(2008) *Aprendizaje activo y metodologías educativas*. Revista de Educación, número extraordinario, pp. 59-81.

Johnson, D. W., Johnson, R., & Holubec, E. (1993). *Circles of learning (4th ed.).* Edina, MN: Interaction Book Company.

López, D., Maneu,V., Formigós, J.A. & García-Cabanes, C. (2013). *Las redes sociales como medio de interacción estudiante-profesor: uso de Twitter para la resolución de problemas*. XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria Retos de futuro en la enseñanza superior.

Moya López, M. (2013). *De las TICs a las TACs: la importancia de crear contenidos educativos digitales*. Revista DIM / Año - Nº 27 - diciembre - ISSN: 1699-3748

Muniz-Calvente M., Fernández Fernández P., Álvarez Vázquez A., Lamela Rey M.J. (2018) *Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras*. CUIEET 2018.

Ramírez - Ochoa, M. I. (2016). *Posibilidades del uso educativo de Youtube*. Ra Ximhai 2016, 12.

Ríos J.M. , Cebrian de la Serna M. (2000). *Nuevas tecnologías de la información y de la comunicación aplicadas a la educación*. Aljibe. Málaga.

Ruiz Tarragó F.(2000) *Internet in the classroom and at home: the bridging role of publishers*. Procedings of The Internet Global Summit INET2000, Yokohama, Japón. 2000. ISBN: 1-891562-09-6.

Vigotsky, L. S. (1979): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Madrid, Editorial Grijalbo

Wilson, (1995). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza*. Madrid, Paidos.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Un laboratorio virtual para el estudio de las superficies regladas

Fernando Giménez-Palomares[a], Andrés Lapuebla-Ferri[b], Antonio-José Jiménez-Mocholí[c] y Juan A. Monsoriu[d]

[a]Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada (IUMPA), fgimenez@mat.upv.es, [b]Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, anlafer0@mes.upv.es, [c]Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, ajimene@mes.upv.es y [d]Departamento de Física Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, jmonsori@fis.upv.es. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n. 46022 València, España.

Abstract

The ruled surfaces are surfaces that contain straight lines, or more precisely, that can be generated from straight lines that move along a curve following a certain path. The most interesting ones are the warped ones (which have double curvature), the developables (which, intuitively, can be flattened without deforming or distorting them) and the locally developable ones. They play a very important role in engineering and, particularly, in architecture. The use of ruled surfaces in architecture presents great advantages not only from the aesthetic point of view but also for its structural effectiveness. In this work we present a virtual laboratory developed as a graphical user interface of MATLAB and a methodological proposal for the study of the properties of this type of surfaces with the aim that students can strengthen their knowledge about the topic.

Keywords: *ruled surface, directive curve, generating line, stricture line, distribution parameter, virtual laboratory, Matlab.*

Resumen

Las superficies regladas son superficies que contienen rectas, o más precisamente, que se pueden generar a partir de rectas que se van moviendo a lo largo de una curva siguiendo un recorrido determinado. Las más interesantes son las alabeadas (que tienen doble curvatura), las desarrollables (que, intuitivamente, se pueden aplanar sin deformarlas ni distorsionarlas) y las localmente desarrollables. Juegan un papel muy importante en la ingeniería y, particularmente, en la arquitectura. El uso de las superficies regladas en arquitectura presenta grandes ventajas no solo desde el punto de vista estético sino también por su eficacia estructural. En este trabajo presentamos un

ISBN: 978-84-09-02970-9

laboratorio virtual desarrollado como una interfaz gráfica de usuario de MATLAB y una propuesta metodológica para el estudio de las propiedades de este tipo de superficies con el objetivo de que los alumnos puedan afianzar sus conocimientos sobre el tema.

Palabras clave: *superficie reglada, curva directriz, recta generatriz, línea de estricción, parámetro de distribución, laboratorio virtual, Matlab.*

1. Introducción.

Un *laboratorio virtual* (LV) consiste en una herramienta informática de autoaprendizaje interactivo, que permite a los estudiantes el modelado de un sistema, la simulación de un determinado fenómeno o la puesta en práctica de conceptos abstractos. Una de las características más destacables de un LV es el empleo de nuevas tecnologías para captar la atención de los estudiantes, invitándoles a participar en escenarios interactivos de aprendizaje que resulten innovadores (Luengas et al., 2009) y que, al mismo tiempo, sean accesibles a través de una interfaz gráfica atractiva (Depcik y Assanis, 2005).

De forma tradicional, los LV han apoyado los procesos de docencia y aprendizaje de asignaturas tecnológicas o experimentales, en las que las prácticas de laboratorio tienen un peso importante. De hecho, un LV correctamente diseñado puede sustituir dichas prácticas tradicionales de laboratorio, reemplazando costosas inversiones en personal, equipamiento o licencias de software por los actualmente ubículos dispositivos conectados a la red. De este modo, se puede llegar a un número masivo de alumnos salvando cualquier barrera geográfica o temporal (Calvo et al., 2008) (Lorandi et al., 2011).

No obstante lo anterior, el uso de LV se ha extendido hoy en día a asignaturas con escasa componente experimental, como las relacionadas con las Matemáticas (Jones et al., 2011). En el presente trabajo, los autores presentamos el LV *sreglada* que posibilita el aprendizaje autónomo y la puesta en práctica de la teoría de las superficies regladas que configuran algunas estructuras (Figura 1). El laboratorio virtual se ha programado en el entorno de programación del paquete MATLAB (The Mathworks, 2018), aprovechando las capacidades de su Interfaz Gráfica de Usuario (GUI). Los alumnos pueden trabajar de manera autónoma y autodidacta con su propio ordenador, aunque no se disponga de Matlab o no se tengan conocimientos previos sobre él, mediante el uso de una versión ejecutable del laboratorio virtual que también ponemos a su disposición, lo que representa una ventaja respecto a usar Matlab directamente o Wolfram Alpha.

2. Trabajos relacionados.

Existen numerosos trabajos relacionados con el uso de LV de Matemáticas en asignaturas de las ingenierías (Jiménez y Sucerquia, 2008) y (Torres y Martínez, 2015).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Figura 1. Estructura de acero cuya geometría es una superficie reglada conocida como *hiperboloide* hiperbólico.

En los últimos años, los autores han presentado varias contribuciones que abordan la implementación de LV como herramientas de apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje de asignaturas universitarias relacionadas con diversas disciplinas, como las Matemáticas (Giménez et al., 2016) (Giménez et al., 2018), la Elasticidad (Jiménez-Mocholí et al., 2013) o las estructuras de hormigón armado (Lapuebla-Ferri et al., 2017).

Para profundizar sobre superficies regladas y sus propiedades se pueden consultar (Gray et al., 2006), (Do Carmo, 1995), (Porto et al, 2005) y (Lastra, 2015). En (Montesinos, 2016) puede encontrarse un interesante programa de ordenador para el estudio de las superficies y curvas contenidas en ellas.

3. Metodología.

3.1 Fundamentos teóricos.

A continuación vamos a presentar el concepto de superficie reglada, estudiar someramente sus propiedades y describir la herramienta docente que hemos diseñado para su estudio.

Se llama *superficie reglada* a una superfice regular M en el espacio tridimensional que admite una parametrización $x: I \times \mathbb{R} \to \mathbb{R}^3$ de la forma

$$x(t,u) = a(t) + u\, b(t)$$

donde $a: I \to \mathbb{R}$ y $b: I \to \mathbb{R}$ son curvas en $\mathbb{R}^3$ diferenciables, con I un cierto intervalo. A la curva $a(t)$ se le llama *directriz* o *curva base* y a cada recta $u \to x(t,u)$ *generatriz*. Se dice que M es la *desarrollable tangencial* de la curva $a(t)$ si $b(t) \coloneqq a'(t)$. Particularmente, M es un *cilindro generalizado* si $b(t) \coloneqq q$, siendo q un punto fijo, y M es un *cono generalizado* si $a(t) \coloneqq p$, siendo p un punto fijo.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Las superficies regladas contienen una curva, llamada *línea de estricción*, que se define como la única curva sobre la superficie que corta a las generatrices perpendicularmente en todo punto, y que presenta propiedades interesantes. Se llaman *puntos centrales* a los puntos de la superficie que se encuentran en la traza de la línea de estricción.

Es conocido que la línea de estricción es la curva parametrizada por:

$$\gamma(t) \coloneqq a(t) - \frac{\left(a'(t) \wedge b(t)\right) \cdot \left(b'(t) \wedge b(t)\right)}{\left\|\left(b'(t) \wedge b(t)\right)\right\|^2} b(t)$$

Otra función interesante, que permite clasificar las superficies regladas, es el *parámetro de distribución*, definido por:

$$t \to b'(t) \cdot \left(a'(t) \wedge b(t)\right)$$

3.2 El LV sreglada

Al ejecutar el LV *sreglada* se abre en primer lugar la ventana de presentación mostrada en la Figura 2.

Figura 2. Ventana inicial del LV *sreglada*.

Los parámetros de entrada son los siguientes:

- **Desplegable inicial:** a elegir entre *ejemplo del usuario*, *hiperboloide de una hoja*, *paraboloide hiperbólico*, *helicoide*, *conoide de Plücker*, *cono circular*, *cilindro circular*, *Paraguas de Whitney* y *Arista Cónica de Wallis*.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- **a(t):** expresión correspondiente a la curva generatriz $a(t)$. Necesariamente, hay que utilizar la letra *t* como variable.
- **b(t):** expresión correspondiente a la curva $b(t)$. De nuevo, hay que utilizar la letra *t.* Si se deja en blanco este recuadro, automáticamente se toma $b(t)$ como $a'(t)$ sin necesidad de introducir la expresion.
- **Intervalo para t:** vector $[t_i, t_f]$ que define el intervalo usado para las curvas $a(t)$ y $b(t)$.
- **n:** número de subdivisiones del intervalo para t, usadas para la gráfica.
- **Intervalo para u:** vector $[u_i, u_f]$ que define el intervalo usado para las rectas generatrices.
- **m:** número de subdivisiones del intervalo para u, usadas para la gráfica.
- **Tipo de gráfica:** desplegable en el que se puede elegir el tipo de gráfica que se desea generar: *superficie, reconstrucción de la superficie a partir de rectas generatrices, reconstrucción de la superficie a partir de curvas paralelas a la directriz, superficie y línea de estricción*, y *gráfica del parámetro de distribución*.

Al pulsar el botón **Guía de usuario** se abre un documento en pdf con instruciones sobre el uso del programa. Si se pulsa el botón **PULSAR BOTÓN** se genera el gráfico elegido en una nueva ventana. Si se ha elegido la opción de *reconstrucción de la superficie a partir de rectas generatrices* o la opción de *reconstrucción de la superficie a partir de curvas paralelas a la directriz* el gráfico generado es animado. Es posible ampliar la ventana y rotar las gráficas generadas usando el ratón.

El usuario tiene la opción de introducir directamente las expresiones correspondientes a las curvas que definen las superficies regladas seleccionando *ejemplo del usuario* en el desplegable inicial o bien seleccionar alguno de los ejemplos, en cuyo caso no es necesario introducir ninguna expresión.

3.3 Metodología propuesta.

Se propone la siguiente metodología a seguir en las asignaturas de matemáticas (presentes en las titulaciones de ingeniería o de arquitectura) en las que se estudian las superficies regladas:

1) Introducción en las clases de aula de los conceptos teóricos necesarios.
2) Presentación del LV *sreglada* y descripción de su uso.
3) Propuesta de una serie de ejercicios ilustrativos en donde los alumnos utilicen el LV *sreglada* para dibujar diversas superficies regladas y resuelvan, en su caso, analíticamente las cuestiones planteadas.

Para valorar esta metodología, propondremos una breve encuesta al término de su implementación.

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Resultados.

4.1 Ejemplo.

Se desea representar la superficie x: $[0,2\pi] \times [0,1] \to \mathbb{R}^3$, dada por:

$$x(t,u) \coloneqq \big(0,0,\text{sen}(6t)\big) + u(\cos(t)\,,\text{sen}(t),0)$$

usando $\boldsymbol{n = 60}$ y $\boldsymbol{m = 20}$. La Figura 3 muestra la gráfica de la superficie.

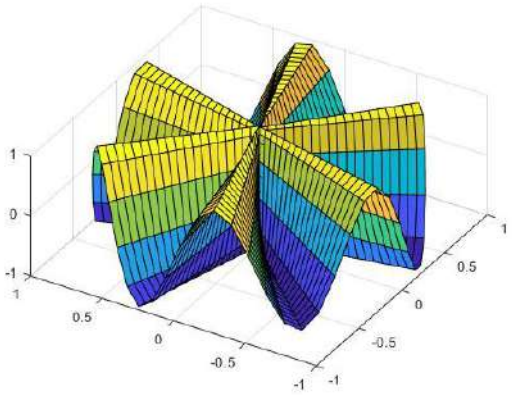


Figura 3. Gráfica de la superficie del ejemplo 4.1.

4.2 Ejemplo.

Consideremos la banda de Moebius generada a partir de x: $[0,2\pi] \times [-1,1] \to \mathbb{R}^3$, siendo:

$$x(t,u) \coloneqq (\cos(t)\,,\text{sen}(t),0) + u\left(\cos\left(\frac{t}{2}\right)\cos(t)\,,\cos\left(\frac{t}{2}\right)\text{sen}(t)\,,\text{sen}(t/2),0\right)$$

La figuras 4 y 5 muestra los resultados de la aplicación del LV *sreglada.*

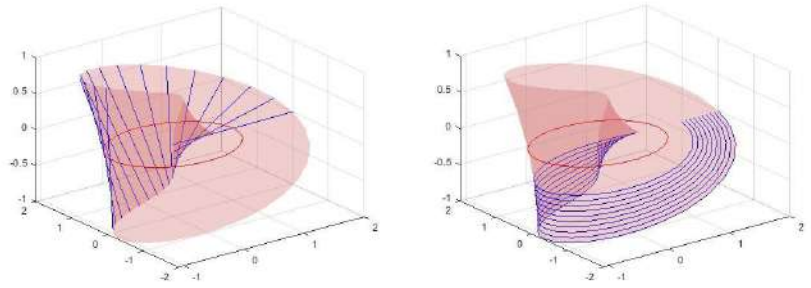


Figura 4. Generación de la superficie a partir de las rectas generatrices y a partir de las curvas paralelas a la directriz.

ISBN: 978-84-09-02970-9

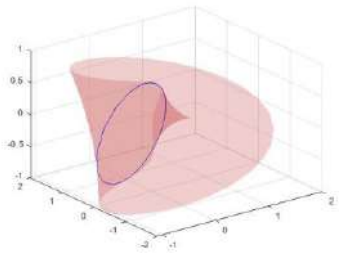


Figura 5. Superficie y línea de estricción.

En las clases de informática, a la hora de trabajar con ejemplos de superficies regladas, también es recomendable fórmular cuestiones para resolverse de manera analítica: clasificar la superficie y calcular explícitamente la curvatura de gauss, la línea de estricción y el parámetro de distribución. Otro ejercicio interesante consiste en estudiar algunos de las construcciones más famosas basadas en superficies regladas y tratar de generarlas a partir del LV.

5. Conclusiones.

En este trabajo hemos presentado el desarrollo y el eventual empleo del LV *sreglada* en asignaturas del ámbito de la educación superior en las que se estudien las superficies regladas, principalmente aquellas relacionadas con las Matemáticas.

Como sucede con cualquier LV virtual que esté convenientemente diseñado, el LV *sreglada* puede representar una excelente herramienta para el apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se destaca su facilidad de uso y la rapidez en el trazado de las gráficas correspondientes, lo que permite a las personas usuarias profundizar sobre el tema y afianzar los conocimientos teóricos adquiridos previamente en el aula. La interactividad posibilita que se puedan controlar las variables que intervienen, así como analizar su influencia en el resultado.

6. 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 MOMA.

Referencias.

Gray, A., Abbena, E., Salamon, S. (2006). *Modern differential Geometry of Curves and Surfaces with MATHEMATICA,* Chapman &Hall/CRC.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Calvo, I., Zulueta, E., Gangoiti, U., López, J. (2008). *Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas*, Ikastorratza, revista electrónica de Didáctica. Tercer número. http://ehu.es/ikastorratza/castellano/index_cast

Depcik, C., Assanis, D.N. (2005). *Graphical user interfaces in an engineer in educational environment*, Comput. Appl. Eng. Educ., Vol. 13, pp 48-59.

Do Carmo, M. P. *Differential geometry of curves and surfaces* (1976). Englewood Cliks, New Jersey, Prentice Hall.

Giménez, F., Monsoriu, J. A., Gimenez, J. F. (2016). *Problemas de contorno en ecuaciones diferenciales de segundo orden: una herramienta docente.* 24 Congreso Universitario de innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET 2016).

Giménez, F., Gimenez, J. F., Monsoriu, J. A., Férnandez de Córdob, P. J. (2018) *Using cubic splines to solve second order linear differential equations*, 12th International Technology, Education and Development Conference (INTED 2018), pp. 5617-5622.

Jiménez, A., Sucerquia, E. (2008*). Laboratorio virtual de matemáticas: el aula matic*. Taller realizado en 9° Encuentro Colombiano de Matemática Educativa (16 al 18 de Octubre de 2008). Valledupar, Colombia.

Jiménez-Mocholí A. J., Giménez-Palomares F., Lapuebla-Ferri A. (2013). *Círculos de Mohr: un laboratorio virtual para la enseñanza y el aprendizaje de estados tensionales planos*. *Modelling in Science Education and Learning, 6(1)(12).* 157-171.

Jones, K., Lagrange, J. B., Lemut, E. (2001). *Tools and Technologies in Mathematical Didactics*. In: J. Novotna (Ed), European Research in Mathematics. Education II. Prague: Charles University, pp. 125-127.

Lapuebla-Ferri A., Giménez-Palomares F., Jiménez-Mocholí A. J., Juan A. Monsoriu (2017). *Aprendizaje interactivo de los dominios de deformación de elementos de hormigón armado*. 25 CUIEET (Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas). Badajoz, España.

Lastra A. (2015). *Geometría de curvas y superficies con aplicaciones en arquitectura*. Ed. Paraninfo.

Lorandi, A. P., Hermida, G., Hernández, J., Ladrón de Guevara, E. (2011). *Los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería*. Revista Internacional de Educación en Ingeniería. AcademiaJournals.com, Volumen 4, pp. 24-30.

Luengas, L., Guevara, J., Sánchez, G. (2009). *¿Cómo desarrollar un Laboratorio Virtual? Metodología de Diseño*. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa ,Volumen 5, pp. 165 – 170, Santiago de Chile.

MATHWORKS, (2018) *MATLAB® Creating Graphical User Interfaces*. The MathWorks, Inc. 500 pp.

Montesinos, A. Página de Ángel Montesinos Amilibia. Profesor jubilado del Departamento de Geometría y Topología de la Univèrsitat de València. http://www.uv.es/montesin/ [Consulta:20 abril 2019]

Porto, A. M., Costa, A: F., Gamboa, J. M. (2005) *Notas de geometría diferencial de curvas y superficies*. Ed. Sanz y Torres S.L.

Torres, S. L., Martínez, E. J. (2015). *Laboratorio virtual de matemáticas como estrategia didáctica para fomentar el pensamiento lógico*. Revista Academia y Virtualidad 8, Volumen 2. 73-84.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Propuesta de Actividades para Romper el Hielo y Favorecer la Integración de los Alumnos de Primer Curso en el Contexto Universitario

R. Sanchis[a], M. Díaz-Madroñero[a] y M. Pérez-Sánchez[b]
rsanchis@cigip.upv.es; fcodiama@cigip.upv.es; mopesan1@upv.es

[a]Departamento de Organización de Empresas. Universitat Politècnica de València, Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Plaza Ferrándiz y Carbonell, 2, 03801 Alcoy, Alicante, (España).
[b]Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera S/N, 46022 Valencia, (España).

Abstract

To many students, the change of educational level is a great challenge, not only from an academic viewpoint, but also from a personal point of view. Therefore, from the classroom, encouraging them to know their classmates on the first day class, will give them greater confidence. This study aims to make a proposal of activities as ice-breaker activities in order to stimulate the interaction among students. In this way, an adequate environment will be created to make students feel comfortable to face their incorporation into the university context.

Keywords: *Ice-breaker activities, first classes, confidence, students' integration*

Resumen

A muchos estudiantes, el cambio de nivel educativo les supone un gran reto, no solo académicamente, sino también desde el punto de vista personal. Por ello, desde el aula, poderles facilitar que conozcan a sus compañeros en el primer día de clase, les conferirá mayor confianza. El presente estudio tiene como objetivo realizar una propuesta de actividades que traten de romper el hielo y fomenten la interacción entre alumnos, para de esta forma, crear un ambiente adecuado y que, ante el gran cambio que supone su incorporación al contexto universitario, los alumnos se sientan cómodos.

Palabras clave: *Actividades para romper el hielo, primeras clases, confianza, integración del alumnado.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. Introducción

A muchos estudiantes, el cambio de nivel educativo les supone un gran reto, no solo académicamente, sino también desde el punto de vista personal, ya que muchos de ellos tienen que mudarse a nuevas ciudades, alejados de sus amigos y familiares, y todo ello les provoca inquietud y nerviosismo. Es por ello, que desde el punto educativo, poderles facilitar que conozcan a sus compañeros en el primer día de clase, les confiere mayor confianza y hará que se sientan más cómodos ante la avalancha de cambios que supone empezar una carrera universitaria.

Con lo cual, ante esta necesidad imperante de facilitar el proceso de incorporación e integración de los alumnos de nuevo ingreso en la universidad, los docentes, entre sus funciones, tienen la responsabilidad de facilitar este proceso. Álvarez-Rojo et al., (2009) analizaron en su investigación los perfiles docentes que demanda el Espacio Europeo de Educación Superior. Entre ellos destacan 16 perfiles diferentes con diversas competencias. Entre dichas competencias, los autores destacan la competencia de "motivar al alumnado". Sin embargo, la motivación del alumnado pasa por crear, en primera estancia, un contexto adecuado que fomente el aprendizaje. Por ello, es de vital importancia crear, ya desde la primera sesión, un clima adecuado y confortable para que los alumnos se sientan a gusto.

Existen diferentes programas destinados a los alumnos de nuevo ingreso para facilitar su adaptación al contexto universitario. Los planes de acción tutorial tratan de ofrecer información acerca de las actividades y servicios del centro universitario; reforzar los conceptos básicos necesarios para mejorar el rendimiento académico del alumno y resolver temas sobre cómo preparar los exámenes, estudiar las diferentes asignaturas, normas del centro universitario, entre otros. Un ejemplo lo encontramos en la Universitat de Politècnica de València que apuesta por programas de acción tutorial para alumnos de nuevo ingreso. Dichos planes, denominados Programas INTEGRA, tratan de facilitar el proceso de transición e incorporación de los alumnos de nuevo ingreso a la universidad (ICE-UPV, 2018).

No obstante, no solo basta con guiar al alumno en sus inicios universitarios. Desarrollar desde las aulas, una relación más cercana entre los propios alumnos, tratando de crear una atmósfera adecuada es de vital importancia. Es por ello, que el presente estudio tiene como objetivo principal realizar una propuesta de actividades que traten de romper el hielo y fomenten la interacción entre alumnos, para de esta forma, crear un ambiente adecuado y que, ante el gran cambio que supone su incorporación al contexto universitario, se sientan lo más cómodos posible.

2. Metodología de Estudio

La metodología utilizada en la presente investigación se basa en la revisión sistemática de la bibliografía, método que es universalmente utilizado para resumir, sintetizar y caracterizar las evidencias existentes sobre un tema específico. Respecto al nivel de profundidad en los estudios sistemáticos, se pueden distinguir dos tipologías: (i) las revisiones sistemáticas

ISBN: 978-84-09-02970-9

de la literatura que se utilizan para recopilar toda la evidencia primaria de un aspecto particular para su meta-análisis; y (ii) los estudios sistemáticos de mapeado que se utilizan para caracterizar en detalle el estado de la investigación existente. El enfoque de este estudio es mapear el trabajo existente sobre actividades para romper el hielo en la/s primera/s clase/s del 1º curso de cualquier titulación y nivel (bien sea Grado y/o Máster) con el objetivo de crear un clima adecuado para que los alumnos se sientan cómodos en su primer día de clase.

Para llevar a cabo el estudio sistemático de mapeado, se utiliza la base de datos *Scopus* mediante la cual, a través de la definición de las palabras clave: "ice-breaker activities" (actividades para romper el hielo) se encuentran 61 documentos. A partir de los 61 documentos encontrados en la primera búsqueda, se limitan las contribuciones según el área, eliminando áreas como por ejemplo *Earth and Planetary Sciences* (Ciencias Planetarias y de la Tierra), ya que la palabra *ice-breaker* también está relacionada con aspectos marítimos (icebergs, ….). Con el filtro de las limitaciones por áreas, se obtiene un total de 8 artículos que abarcan desde el año 2001, con tan solo una publicación, mientras que el resto de documentos se presentan desde el año 2010 a 2018, tal y como muestra la Figura 1.

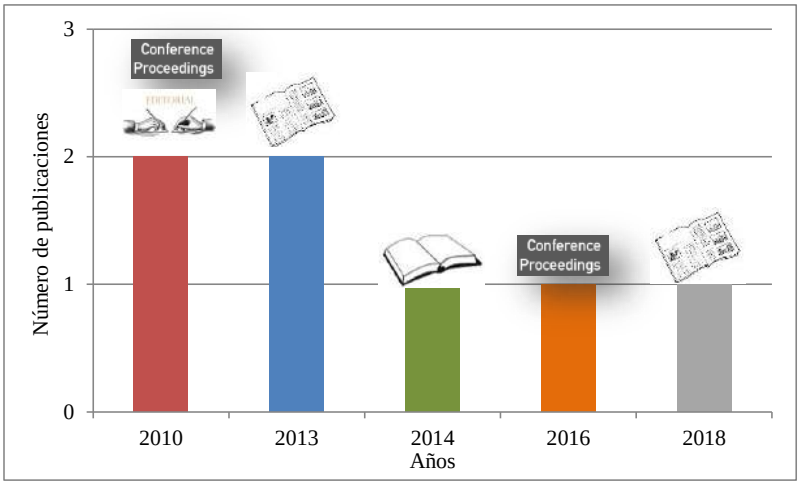


Figura 1. Número de documentos por año relacionados con las actividades para romper el hielo en la educación, clasificadas según: actas de congresos, editorial, libro y artículos de revista.

La bibliografía analizada respecto a actividades para romper el hielo también se focaliza en entornos de ventas (Magee et al., 2016), donde se analiza cómo la obtención de información y datos relevantes sirve para el fomento de actividades para romper hielo y que los vendedores se abran camino a través de los problemas a los que se enfrentan en el proceso de venta.

La bibliografía científica sobre la descripción de actividades y dinámicas realizadas para romper el hielo en contextos educativos es escasa. Sin embargo, durante la revisión se encuentran numerosas fuentes de información, que no son estrictamente científicas, entendi-

ISBN: 978-84-09-02970-9

das éstas, como publicaciones científicas disponibles a través de bases de datos especializadas (p.ej., Scopus, Web of Science) sino que son proyectos educativos; blogs personales o incluso institucionales; iniciativitas, tanto privadas como públicas, entre otros, que tratan de compartir buenas prácticas relacionadas con diferentes ámbitos de la educación. Entre estas fuentes de información, destacar el portal Escuela20 (Escuela20, 2012) cuyo objetivo es integrar las tecnologías de la información y de la comunicación en los centros educativos y el proyecto con los Pies en el Aula (ConLosPiesenelAula, 2018) cuyo objetivo es ayudar al profesorado para fomentar el aprendizaje y reciclaje continuo mediante el intercambio de experiencias, recursos educativos y/o errores. Por tanto, el mapeado y posterior análisis de las fuentes de información se basa en diferentes recursos como publicaciones científicas, pero también portales educativos, proyectos de innovación docente, y blogs educativos, entre otros.

3. Revisión de la Literatura

La revisión de la literatura se focaliza en las investigaciones llevadas a cabo hasta el momento y relacionadas con las actividades para romper hielo. En primer lugar, es importante definir en qué consisten dichas actividades. Para Albalá (González, 2019), son técnicas muy utilizadas que consisten, básicamente, en fomentar un buen ambiente en el grupo que comparte o va a compartir un espacio en común.

Una de las investigaciones más impactantes relacionadas con actividades para romper el hielo es la detallada por Xing y Ma (2010) en la cual se aplica una técnica, a través de un juego denominado Zouba! (Let's Go), cuyo objetivo es romper el hielo entre estudiantes de dos países: China y Japón, que a priori, presentaban sentimientos de odio, debido a su historia reciente de guerras sino-japonesas. La principal meta de esta actividad era la reconciliación en un contexto lleno de resentimiento y rencor. La actividad fue un éxito y los autores destacan que fue una experiencia de aprendizaje realmente poderosa y profunda tanto para los estudiantes chinos como para los japoneses. Asimismo destacan el tremendo potencial del aprendizaje-servicio en su máxima expresión. De hecho, conectar el estudio académico con el servicio comunitario a través de la reflexión estructurada, el aprendizaje-servicio es, en la actualidad, ampliamente reconocido en el mundo como un movimiento que está transformando la educación y dicho movimiento precisa de actividades que rompan el hielo entre estudiantes.

Nasir et al., (2013) analizan los efectos de la participación en una actividad para romper el hielo en la posterior colaboración entre alumnos para trabajar en equipo tras la actividad rompe-hielo. Sus conclusiones muestran que aquellos equipos que realizaron una actividad previa para romper el hielo, experimentaron una mayor interacción en su trabajo en grupo. Sin embrago, no hubo cambios significativos respecto al nivel de participación o satisfacción de los alumnos en el trabajo en equipo. Hanz y Lange (2013) detallan un método innovador, centrado en el estudiante, para involucrarles en el aprendizaje de una sola vez (*one-shot learning*) en talleres de alfabetización. Mediante el uso de preguntas generadas por los

ISBN: 978-84-09-02970-9

estudiantes para averiguar qué es lo que los estudiantes quieren saber sobre por ejemplo, la biblioteca, se puede examinar cómo se usan las preguntas de los estudiantes como actividad para romper el hielo, siendo al mismo tiempo, una fuente de información para orientar el contenido del taller. To et al., (2016) explican en su artículo el "*Treehouse Dreams*" que es un juego de cartas que sirve como actividad para romper el hielo en grupos de niños, y que desde el punto de vista de la investigación, sirve también para realizar entrevistas a niños y recabar información de una forma más lúdica y menos estresante para ellos. El juego, que pide a los jugadores que imaginen colectivamente una fantasía, en este caso que imaginen una casa en un árbol, incorpora técnicas de diseño de juegos de forma que se facilita que los niños se abran y compartan sus visiones. Los beneficios que los autores destacan de esta técnica es que, en primer lugar, el juego sirve como un nuevo método de recopilación de datos que aborda algunos de los desafíos de entrevistar a los niños, destacando que es un técnica grupal y expresiva. En segundo lugar, ayuda a los niños a relajarse, incluso en entornos desafiantes. Bryant (2018) utiliza del juego de mesa Monopoly City ™ en una unidad de economía de la propiedad del primer año de carrera. La autora destaca los factores clave de éxito de esta experiencia innovadora, entre los que valora, que es una actividad para romper el hielo y que su factor de novedad mantiene a los estudiantes más motivados y con mayor interés.

Tras el análisis de las investigaciones más relevantes de las actividades para romper el hielo, se puede observar que, en la mayoría de los casos, dichas actividades no solo tienen dicha función, sino que también sirven para recopilar información de interés que puede servir de ayuda al profesorado sobre los preferencias de los estudiantes respecto a la asignatura, y de esta forma, tratar de personalizar los contenidos. Del mismo modo destacar la importancia del uso de técnicas para romper hielo en el fomento del servicio-aprendizaje. Por último, señalar que pocas son las contribuciones en este campo y por ello, el presente estudio trata de proporcionar una primera propuesta de técnicas que sirvan de soporte a los profesores universitarios para generar un buen clima desde el primer día de clase.

4. Propuesta de Actividades para Romper el Hielo

Junto con las investigaciones y propuestas analizadas en la sección 3 tras la revisión de la literatura, a continuación se muestra una primera propuesta de técnicas generales que pueden ser personalizadas según los diferentes contextos en las que aplicarse. Puede parecer que algunas de ellas van destinadas a niveles inferiores al universitario debido a su sencillez y simplicidad. Sin embargo es importante destacar que no por ser actividades más complejas se va a alcanzar el objetivo de romper el hielo de manera más eficiente. Sino que justamente ocurre el efecto contrario, cuando más fáciles son las actividades propuestas, más factible es llevar la dinámica, sobre todo en grupos numerosos. Entre los beneficios más significativos destacar los siguientes (ConLosPiesenelAula, 2018; y González, 2019): (i) Reducen la tensión y la vergüenza inicial, haciendo que los alumnos se sientan más cómodos; (ii) Aumentan la confianza, tanto con el profesorado como con el resto de compañeros, creando un ambiente más distendido; (iii) Fomentan un sentimiento de bienestar y crean

ISBN: 978-84-09-02970-9

una atmósfera más abierta al aprendizaje; (iv) Favorecen que los alumnos se conozcan y se integren, generando una relación más cercana, por lo que después las interacciones entre ellos también serán más ágiles; (v) Permiten la recopilación de información relevante de los alumnos, de forma que los contenidos o metodologías de aprendizaje se puedan adaptar a sus necesidades e inquietudes; y (vi) Crean la sensación de que, tanto alumnos como profesores, ocupan la misma posición como seres humanos. Cada uno tendrá sus roles y responsabilidades pero la importancia como seres humanos será la misma. A continuación se muestran algunas de las técnicas que pueden ser utilizadas en el primer día de clase para romper el hielo, fomentar un buen clima y que los alumnos se conozcan. Hay algunas actividades que son muy similares, pero el desarrollo de la actividad difiere, y por ello, se estima interesante detallarlas todas aunque presenten sinergias. La gran mayoría de las actividades son muy sencillas, no precisan de muchos recursos materiales, ni tan siquiera de herramientas informáticas avanzadas (en algunas ocasiones los cuestionarios en papel podrán sustituirse por cuestionarios *online* a través de, por ejemplo, los formularios de Google). Las actividades se muestran ordenadas alfabéticamente según el título de la actividad, junto con las pautas de desarrollo (Escuela20, 2012; Worksheetlibrary, 2012; ConLosPiesenelAula, 2018; y González, 2019):

- **Alineación de cumpleaños.** El profesor dirá un mes de año, de modo que los alumnos que hayan nacido en dicho mes, se levantarán y se situarán en una parte del aula dónde pueden ordenarse según los días de nacimiento. Durante esta alineación, los alumnos se conocen e intercambian información. El profesor repetirá el proceso con otro mes de forma aleatoria.
- **Autorretrato.** Los alumnos tratarán de dibujarse a sí mismos de forma confidencial. Luego el profesor recogerá los dibujos y la actividad consiste en que todos los alumnos traten de reconocer a quién pertenece cada dibujo.
- **Aviones de Papel.** Cada alumno debe escribir en un papel su nombre y dos preguntas. Con la ayuda del profesor o de otros alumnos deben hacer un avión de papel para posteriormente lanzarlos al aire. Cada alumno cogerá un avión y deberá buscar al propietario del avión y contestarle las preguntas que él/ella había formulado. Existe una modalidad diferente en la que los alumnos escriben tres cosas acerca de sí mismos y los papeles son metidos en una urna. Cada alumno deberá coger un papel y tratar de averiguar de quién se trata.
- **Conectando historias.** Esta actividad consiste en que cada alumno escribirá en un papel (por separado, por ejemplo un *post-it*) una historia que pasará al resto de sus compañeros, para que de uno en uno, continúen la historia en otros *post-it*. Después de que todos hagan el ejercicio, los alumnos se reunirán para ordenar sus contribuciones y que uno de ellos lea la historia completa.
- **Entrevista/Cuestionario.** La actividad consiste en que el profesor elabore una batería de preguntas para que los alumnos contesten. Las cuestiones pueden abordar un tema específico, o incluso el profesor puede pedir a los alumnos que elaboren su propia bate-

ISBN: 978-84-09-02970-9

ría de preguntas. De modo que la actividad sea lúdica, es importante que las cuestiones sean poco convencionales, como por ejemplo: "si tuviera poderes, ¿qué le gustaría hacer?"; "Si fuese un famoso, ¿qué famoso le gustaría ser".

- **Isla Desierta.** El profesor pedirá que dibujen una isla desierta junto con 5 cosas que se llevarían a la misma y las 3 personas que se llevarían con ellos. Después cada alumno deberá mostrar al resto el dibujo y explicarles lo que más valora en la vida, de forma que los alumnos podrán identificar sinergias con sus compañeros, ya que es muy fácil que aparezcan aficiones, pasiones y lo que realmente valoran de otras personas similares.
- **Pictionary**. Los alumnos deberán dibujar diferentes aspectos como lo que les gusta hacer en su tiempo libre, sus comidas favoritas, etc. Cada uno mostrará sus dibujos a la clase y los compañeros intentarán adivinar qué ha dibujado. Por ejemplo, si un alumno muestra una cruz blanca sobre fondo rojo, ¿le gustará viajar a Suiza?
- **¿Quién soy?** Esta técnica requiere que los alumnos estén sentados en círculo o en forma de "U". Después de que los alumnos se presenten y digan su nombre, escribirán el nombre de uno de sus compañeros un papel y harán entrega del papel al compañero que tienen a la derecha. Cada alumno mostrará el papel con el nombre (sin que quién lo muestra vea lo que hay escrito) y hará preguntas al resto de sus compañeros para intentar averiguar quién es, preguntas que serán respondidas con "sí" o con "no".
- ***Show and Tell.*** Cada alumno deberá traer a clase algo que quiera compartir y deberá hacer una pequeña presentación (5-10 minutos) sobre ello. De este modo, luego el profesor le podrá proporcionar retroalimentación respecto su exposición y, al mismo tiempo, se conocerán entre sí. Aunque cabe destacar que esta actividad en ocasiones produce miedo y nerviosismo entre los alumnos al tener que hablar en público, con lo cual el profesor tendrá que valorarlo cuidadosamente.
- **Stop.** Cada alumno deberá escribir una pregunta que les gustaría hacer a sus compañeros. Un vez que todos ya hayan escrito la pregunta, se levantarán y caminarán por el aula hasta que el profesor diga "stop" de modo que formulen la pregunta al compañero que tienen delante. Y así varias veces, para que los alumnos vayan conociéndose unos a otros.
- **Tres diferencias.** El profesor alineará a los alumnos uno frente a otro en dos líneas paralelas. Durante un periodo de tiempo corto (30-60 segundos), el profesor les explicará que debe observarse muy bien y mirar detalles. Tras este tiempo, los alumnos se darán la espalda y cambiarán algún detalle (un coletero, ponerse o quitarse las gafas, ponerse o quitarse una bufanda.). El profesor también puede proporcionar a los alumnos complementos para que cambien su aspecto. El objetivo es que adivinen qué cambios tiene ahora su/s compañero/s.

5. Conclusiones

El presente estudio presenta una primera aproximación de actividades para romper el hielo para fomentar, desde el primer día de clase, un buen ambiente en el aula y favorecer la

ISBN: 978-84-09-02970-9

integración del alumnado. Dicha propuesta presenta actividades muy sencillas que no requieren recursos tecnológicos avanzados. Las líneas futuras de estudio irán dirigidas, por una parte, a la ampliación de la propuesta mediante la inclusión de nuevas herramientas, técnicas y dinámicas, para en segundo lugar, implementar alguna de ellas en las aulas del primer curso, y mediante la definición de indicadores, poder comparar satisfacción, participación, interacción e integración del alumnado.

Referencias

Álvarez-Rojo, V., Asensio-Muñoz, I., Clares, J., del-Frago, R., García-Lupión, B., García-Nieto, N., ... & Ibarra, M. (2009). Perfiles docentes para el espacio europeo de educación superior (EEES) en el ámbito universitario español. *Relieve. Revista electrónica de investigación y evaluación educativa*, *15*(1).

Bryant, L. (2018). How gameplay can enhance learning and engagement for first year property students: a case study using Monopoly CityTM. *Pacific Rim Property Research Journal*, *24*(1), 1-15.

ConLosPiesenelAula (2018). Dinámicas para Romper el Hielo en Clase. Disponible en: https://www.conlospiesenelaula.es/dinamicas-romper-hielo-clase/

Escuela20. (2012). 10 juegos y recursos para romper el hielo. Disponible en: www.escuela20.com

González, C. (2019). Tres dinámicas que podrá usar pararomper el hielo EMagister. Disponible en: https://www.emagister.com/blog/conozca-3-dinamicas-podra-usar-romper-hielo/

Hanz, K., & Lange, J. (2013). Using student questions to direct information literacy workshops. *Reference Services Review*, *41*(3), 532-546.

ICE-UPV (2018). Intégrate en la Vida Universitaria. Instituto de Ciencias de la Educación, Universitat Politècnica de València. Campus de Alcoy. Disponible en: http://www.upv.es/contenidos/SMAT/menu_urlc.html?//www.epsa.upv.es/docus/PATU_es.pdf

Kitchenham, B., Pretorius, R., Budgen, D., Brereton, O. P., Turner, M., Niazi, M., & Linkman, S. (2010). Systematic literature reviews in software engineering–a tertiary study. *Information and software technology*, *52*(8), 792-805.

Magee, B., Sammon, D., Nagle, T., & O'Raghallaigh, P. (2016). Introducing data driven practices into sales environments: examining the impact of data visualisation on user engagement and sales results. *Journal of Decision Systems*, *25*(sup1), 313-328.

Nasir, M., Lyons, K., Leung, R., & Moradian, A. (2013, June). Cooperative games and their effect on group collaboration. In *International Conference on Design Science Research in Information Systems* (pp. 502-510). Springer, Berlin, Heidelberg.

To, A., Fan, A., Kildunne, C., Zhang, E., Kaufman, G., & Hammer, J. (2016, October). Treehouse Dreams: A Game-Based Method for Eliciting Interview Data from Children. In *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts* (pp. 307-314). ACM.

Worksheetlibrary (2012). 10 Great Classroom Icebreakers.Disponible en: www.worksheetlibrary.com

Xing, J., & Ma, C. H. K. (Eds.). (2010). *Service-learning in Asia: Curricular models and practices* (Vol. 1). Hong Kong University Press.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Aprendizaje de los fundamentos de la Electrónica Digital mediante metodología interactiva y uso de plataformas hardware para aprendizaje bottom-up

Javier Monreal-Trigo[a,b], Jose Manuel Terrés-Haro[a,b], Javier Ibañez-Civera[a,b], Luis Gil-Sánchez[a,b]

jmonreal@upv.es; jmterres@upv.es; jibanyez@eln.upv.es; lgil@eln.upv.es

[a] Departamento de Ingeniería Electrónica (UPV, C/ Vera s/n, 46022, València, España)

[b] Instituto Interuniversitario en Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (idm UPV-UV) (UPV, C/ Vera s/n, 46022, València, España)

Abstract

The classical methodology for teaching digital electronics fundamentals is essentially theoretical. With the development of technology, a gap was generated between theory and practice, which tried to be solved through learning-by-doing methodologies. However, due to the high degree of specificity of each of the hardware platforms, the transfer of knowledge from one platform to another is anything but immediate. In addition, some confusion is generated among students due to the difficulty of distinguishing between the general concepts studied and the specific concepts provided by these tools. This is why the challenge is posed for the students of the degree in Industrial Electronics and Automation Engineering to acquire a solid theoretical base strongly linked to the principles of implementation shared by all platforms. This allows to extrapolate the acquired knowledge to its practical use in later subjects and in the future day to day work. The subject of Digital Electronics is where for the first time the student faces the three fundamental areas of generation of digital systems: circuit design, programmable logic devices and microcontrollers. In each of these areas, a series of practical exercises and projects are proposed that are carried out both by simulation and assembly, using a simple hardware platform, in such a way that the students gain experience and know-how of the usual procedure in the development of the project, the manipulation of components, and the resolution of unforeseen problems inherent in the development of an application.

Keywords: *digital electronics, microcontrollers, programmable logic devices, deductive theoretical-practical learning.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

Resumen

La metodología clásica para la enseñanza de fundamentos de electrónica digital se caracteriza por ser esencialmente teórica. Con el desarrollo de la tecnología se generó una brecha entre teoría y práctica, que trató de solucionarse mediante metodologías de aprender haciendo*. Sin embargo, debido al elevado grado de especificidad de cada una de las plataformas* hardware*, la transferencia de conocimiento de una plataforma a otra es de todo menos inmediata. Además, se genera cierta confusión entre el alumnado debido a la dificultad de distinguir entre los conceptos generales estudiados y los específicos que aportan dichas herramientas. Es por ello que se plantea el reto de que el alumnado del grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática adquiera una sólida base teórica fuertemente ligada con los principios de implementación que comparten todas las plataformas. Esto permite extrapolar los conocimientos adquiridos a su uso práctico en asignaturas posteriores y en el futuro día a día laboral. La asignatura de Electrónica Digital es donde por primera vez el alumno se enfrenta a las tres áreas fundamentales de generación de sistemas digitales: diseño de circuitos, dispositivos lógicos programables y microcontroladores. En cada una de estas áreas se plantean una serie de ejercicios prácticos y proyectos que se realizan tanto mediante simulación como con montaje, utilizando una plataforma* hardware *sencilla, de forma que el alumnado gana experiencia y 'know-how' del procedimiento habitual en el desarrollo del proyecto, la manipulación de componentes, y la resolución de problemas imprevistos inherentes al desarrollo de una aplicación.*

Palabras clave: *electrónica digital, microcontroladores, dispositivos lógicos programables, aprendizaje teórico-práctico deductivo.*

1. Introducción

1.1 Contexto

Electrónica Digital es una asignatura obligatoria de segundo curso (semestre B) del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de la Universitat Politècnica de València (UPV) y se imparte en la Escuela Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID). Dicha asignatura corresponde a la formación de Tecnología Específica "Electrónica Industrial". La ETSID, realiza su encargo docente al Departamento de Ingeniería Electrónica. Esta asignatura se imparte tras haber cursado las siguientes asignaturas, que por sus contenidos tienen mayor influencia en Electrónica Digital: Informática (1º, Semestre A) y Tecnología Electrónica (2º, Semestre A).

ISBN: 978-84-09-02970-9

La asignatura debe cubrir parte de las competencias de la tecnología específica "Electrónica Industrial" de la orden ministerial CIN/351/2009:

- Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores.
- Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia.

La asignación es de 7.5 créditos ECTS que la ETSID encarga al departamento de la siguiente forma: 3,75 créditos de teoría de aula y 3,75 créditos de práctica.

Para la realización de prácticas, la ETSID dispone de un laboratorio dotado de 35 puestos operativos, cada uno de los cuales puede albergar a grupos de hasta 2 estudiantes.

Se han distribuido los contenidos de la asignatura en cinco unidades didácticas, cada una de ellas concebida como soporte de una serie de temas, estructura que se expone y justifica a continuación. La tabla 1 muestra la distribución de las unidades didácticas:

Tabla 1. Distribución de las unidades didácticas.

Unidad didáctica		Temas	Teoría Aula	Teoría Seminario	Práctica Aula	Práctica Laboratorio	Práctica Informática
1	**Métodos de Descripción de Hardware**	T1.- Introducción T2.- **Lenguajes de Descripción de Hardware (VHDL) e Introducción a los Dispositivos Lógicos Programables**	5	--	2	1.5	1.5
2	**Sistemas Secuenciales**	T3.- **Biestables y Timers.** T4.- Contadores. T5.- Máquinas de Estados Finitos. T6.- Registros. T7.- Memorias.	12.5	--	5	3	4.5
3	**Dispositivos Lógicos Programables**	T8.- Dispositivos Lógicos Programables	1	1.5	1	0.5	1
4	**Microcontroladores**	T9.- Introducción a los Microcontroladores T10.- Microcontroladores. Lenguaje C. T11.- Microcontroladores. Lenguaje ensamblador.	17.5	--	7	5	5.5
		Total horas:	36	1.5	15	10	12.5

1.2 Objetivo / Competencias adquiridas

El objetivo general de la asignatura es el estudio de los sistemas secuenciales básicos, la iniciación a un lenguaje de hardware, el estudio de dispositivos lógicos programables simples y complejos, y el estudio de microcontroladores [Guía docente de Electrónica Digital, 2018].

Los objetivos concretos son:

1. Conocer los principales sistemas secuenciales básicos.
2. Conocer las características básicas de los dispositivos lógico programables.
3. Conocer las características básicas de un microcontrolador.
4. Ser capaz de diseñar sistemas secuenciales con componentes estándar.
5. Ser capaz de diseñar sistemas digitales con dispositivos lógico programables.
6. Ser capaz de diseñar sistemas digitales con microcontroladores.
7. Conocer herramientas de automatización del diseño electrónico (EDA) para el diseño, análisis y simulación de sistemas digitales.

ISBN: 978-84-09-02970-9

A continuación se enumeran las competencias, tanto generales como específicas, de la titulación que los estudiantes adquieren o trabajan en la asignatura:

- Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica analógica. 42(E). Se trabaja.
- Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores. 43(E). Se trabaja y punto de control.
- Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia. 46(E). Se trabaja y punto de control.
- Conocimiento y capacidad para el modelado y simulación de sistemas. 47(E). Se trabaja y punto de control.
- Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial. 64(G). Se trabaja.

Los resultados del aprendizaje mediante los que se evaluarán las competencias son:

- Conocer los principios básicos del lenguaje de descripción de hardware VHDL.
- Ser capaz de emplear el entorno de desarrollo para compilar y depurar el software, programar SPLDs y CPLDs y testear el código.
- Conocer las características particulares de los dispositivos secuenciales básicos.
- Ser capaz de diseñar sistemas complejos que engloben tanto sistemas combinacionales como secuenciales. Tanto a nivel de dispositivos digitales estándar como de dispositivos lógicos programables.
- Conocer las características generales de los microcontroladores.
- Conocer las características particulares de un microcontrolador.
- Conocer los principios básicos del lenguaje ensamblador y C para microcontroladores.
- Ser capaz de emplear el entorno de desarrollo para compilar y depurar el software, programar microcontroladores y testear el código.
- Ser capaz de diseñar un sistema real proponiendo diversas soluciones ante el problema planteado y buscando la solución más conveniente para resolverlo.

1.3 Ítems de evaluación

El actual contexto de evaluación de la ETSID viene marcado por los "Criterios de evaluación del alumnado de la ETSID en las asignaturas de Grado y Máster". Estos criterios se aprobaron por Junta de Centro el 19 de mayo de 2014 y se basan en la Normativa de Régimen Académico y Evaluación del Alumnado de la UPV (Título III. De la evaluación ordinaria. Artículo 14. Punto 7).

En la tabla 2 se presenta un resumen de los métodos de evaluación propuestos para la asignatura Electrónica Digital.

Tabla 2. Resumen de los métdos de evaluación.

TIPO	ACTO	PESO
Prueba Escrita de Respuesta Abierta	2	16 %
Pruebas Objetivas (tipo Test)	7	20 %
Trabajo Académico	7	10 %
Observación	2	24 %
Portafolio	2	10 %
Proyecto	3	20%

ISBN: 978-84-09-02970-9

1.4 Datos del grupo

Grupo de Alto Rendimiento Académico (ARA) del grado universitario en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, que en el curso 2018-19 se encuentra conformado por 21 estudiantes, dos siendo de intercambio. El grupo ARA se caracteriza por ser un grupo reducido con alumnado destacado en cuanto a calificaciones académicas se refiere, y siendo todas las asignaturas impartidas en inglés.

2. Trabajos Relacionados

La metodología que se presenta a continuación se viene aplicando desde el curso 2013-2014 de forma continua. Pero en el curso 2018-2019 se ha realizado una importante modificación porque se ha reemplazado el modelo de microcontrolador PIC por una plataforma Arduino, lo que facilita la conexión y programación del microcontrolador.

Relacionar los contenidos clásicos de electrónica digital con los problemas de aplicación reales actuales ha sido abordado por diversos autores [Lala, 2007]][Wang, 2011], relacionando la literatura clásica con circuitos integrados basados en FPGAs, PLDs de mayor complejidad que las que se utilizan como herramienta didáctica en este artículo. Esta ha sido la principal fuente en el desarrollo de la asignatura, a la que se le ha añadido: la simplificación de la plataforma hardware para aumentar la asimilación de conceptos prácticos genéricos por parte del alumnado, la inversión del orden de los contenidos de la asignatura, realizando únicamente una introducción teórica inicial, que se refuerza al final de la asignatura una vez terminadas las prácticas de laboratorio, y la implementación de un sistema de proyectos para favorecer el desarrollo de la creatividad, innovación y emprendimiento del alumnado.

3. Metodología

La asignatura se descompone en dos partes, correspondientes a dos tecnologías digitales distintas: HDL y microcontroladores. Conforme a este criterio la asignatura se divide en 4 unidades temáticas (tabla 1): las tres primeras dedicadas al diseño tradicional comparado con el diseño basado en HDL y una última unidad dedicada exclusivamente a la solución *software*.

3.1 Solución hardware

La primera unidad didáctica se encarga de introducir los lenguajes de descripción de *hardware* (HDL) aplicados a los circuitos combinacionales. El tema 1 es una introducción/repaso a los sistemas combinacionales vistos en asignaturas previas y en el tema 2 se desarrollan las bases del lenguaje VHDL con una aplicación simulada.

La segunda unidad didáctica está dedicada íntegramente a los sistemas secuenciales y cada tema se aborda siempre con la misma estructura:

1. Introducción teórica breve.
2. Diseño con sistemas estándar tradicionales.
3. Diseño mediante VHDL con ejemplos sencillos.

ISBN: 978-84-09-02970-9

4. Explicación de un caso de aplicación. Resolución de un problema sencillo, paso a paso.
5. Práctica de aula: resolución de un problema con una complejidad ligeramente superior y solución en el aula.
6. Práctica de laboratorio: resolución por el alumnado de otro problema e implementación práctica.

Cada sesión comienza con un test que se resuelve de forma colaborativa al inicio de la sesión, sobre la unidad anterior, afianzando los conocimientos impartidos la semana previa. Con el mismo objetivo, para la sesión siguiente el alumnado ha de entregar problemas propuestos, que tras su corrección por el profesorado, se puede emplear como punto de apoyo para la resolución del test telemático. Tanto los problemas como el test son evaluables, animando a realizar un trabajo continuo al alumnado y favoreciendo su aprendizaje.

Como puede observarse, prima el aprendizaje práctico frente a la fundamentación teórica, de forma que el alumnado percibe una sensación de comodidad y cercanía con la tecnología. Las tres últimas unidades de la parte de HDL pretenden dotar al alumnado de esta fundamentación teórica, que se ha relegado al final de la asignatura para que tenga una mayor acogida, para que sirva para atar cabos sueltos y resolver las dudas referidas a "por qué", cuando los "cómo" ya han sido más que respondidos [Ashenden, 2008].

La última unidad didáctica está dedicada al estudio del estado del arte de las soluciones *hardware*.

3.2 Solución software

La unidad de solución software se inicia con una sesión teórica en la que se introducen las características del microcontrolador de forma genérica, es decir, conceptos que se asocian a cualquier modelo, y las diferencias fundamentales con los dispositivos de hardware programable. A continuación, se introduce el modelo microcontrolador utilizado en la asignatura, el ATmega328p sobre una plataforma Arduino [Schmidt, 2015], y el entorno de desarrollo de software, punto en el que se comienzan a reforzar y adaptar las técnicas de programación en C que los alumnos adquirieron en Informática.

Una vez superada la brecha de continuidad con las soluciones de tipo hardware, se divide las unidades en subapartados cuyo propósito es, en cada uno, enseñar la utilidad y forma de uso de un módulo interno del microcontrolador, llamados periféricos. El abordaje a cada apartado se realiza de una forma muy similar:

- Introducción teórica al módulo
- Ejemplos de uso
- Práctica de aula: ejercicio práctico guiado
- Prácticas de laboratorio

ISBN: 978-84-09-02970-9

En esta unidad no se continúa con la entrega semanal de problemas ni el test telemático, ya que la parte teórica es menos relevante. Sin embargo, se utiliza la resolución de ejercicios prácticos como forma de control continuo del aprendizaje, que se entregan opcionalmente en una primera ocasión para su revisión y al final de la asignatura para su evaluación.

El enfoque teórico de cada módulo se realiza de forma que la explicación sirva o se aproxime mucho al uso en modelos de microcontrolador distinto. Se da a entender que la consulta al manual del fabricante para un modelo concreto es más importante que memorizar el contenido práctico que se imparte en la asignatura , puesto que esta es la metodología que se sigue en el futuro profesional.

3.3 Prácticas

En la Tabla 3 se resumen las actividades prácticas propuestas para cada unidad didáctica.

Tabla 3. Resumen de las actividades prácticas.

Unidad didáctica	**Prácticas**
Métodos de descripción de hardware	VHDL para sistemas combinacionales con SPLD.
Sistemas secuenciales	Flip-flops y contadores Contadores: control de motor paso a paso con VHDL y SPLD Máquinas de estados finitos: control de motores y encoders Shift registers: teclado numérico con VHDL y SPLD Control de una puerta de seguridad con VHDL y SPLD
Dispositivos lógicos programables	CPLD ispMACH 4256ZE: • Control de LEDs • Contador de 4 bits • Semáforos de tráfico Tecnologías de circuitos integrados
Microcontroladores	Control de un motor paso a paso Control de una puerta de seguridad con pantalla LCD y teclado numérico Termómetro digital con LM35 y LCD Control de un servomotor Control de velocidad de un motor DC mediante PWM

3.4 Proyectos

Cada una de las partes de la asignatura acaba con un determinado proyecto: el control de un motor paso a paso. De esta forma, se soluciona el mismo problema utilizando ambas tecnologías, permitiendo al alumnado desarrollar un pensamiento concreto de las diferencias entre ambas. A su vez, el control del motor paso a paso se aborda de una forma limitada en

ISBN: 978-84-09-02970-9

las prácticas de laboratorio, favoreciendo la consecución de la implementación de múltiples formas.

Finalmente, la asignatura culmina con un proyecto de libre elección a realizar por parejas, en el que se puede emplear cualquiera de las tecnologías, dando especialmente pie al desarrollo de la creatividad, innovación y emprendimiento, así como el trabajo en equipo, que se ven cimentados durante las prácticas de laboratorio.

4. Resultados

Como se puede observar en la *Figura 1*, el primer curso en el que se implementó la metodología teórico-práctica deductiva se observó una ligera mejora en los resultados evaluativos del alumnado respecto al curso anterior. Esta mejora continúa en el segundo de los cursos en el que se aplicó la nueva metodología, reduciéndose a su vez el rango de las calificaciones. En los cinco cursos siguientes se estabilizan los resultados obtenidos, a excepción de uno de ellos. Este, el curso 2017-18, presenta un descenso en la calificación media y mediana, probablemente relacionada con ser el año de implementación del proyecto final de la asignatura, que obliga a condensar el temario impartido. Se observa que este obstáculo ha sido superado en el presente curso académico con solvencia.

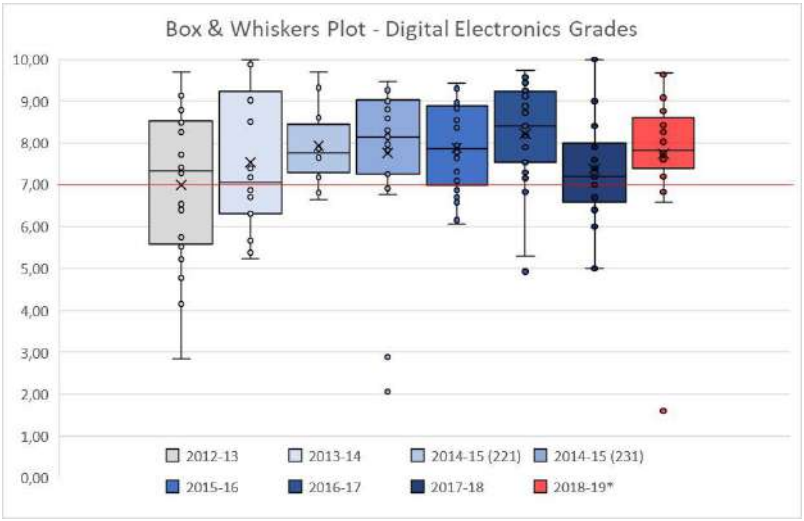


Figura 1. Diagramas de caja y bigotes de las notas de los grupos ARA del curso 2012-13 a 2018-19* (*a fecha de la entrega del artículo).

5. Conclusiones

Mediante la metodología presentada en este artículo se consiguen superar las principales desventajas de la metodología por proyectos, que sobrevino a la metodología clásica. Esta última presentaba un enfoque cronológico de los contenidos, pero con el aumento de la complejidad de los sistemas digitales, las abrumadoras introducciones teóricas hacían de cortapisas pedagógico, dificultando el aprendizaje del alumnado. Ante ello, la metodología por proyectos permite solucionar este último problema, enfocando el aprendizaje teórico

ISBN: 978-84-09-02970-9

desde la práctica. La barrera inicial se diluye, y la adquisición de conocimientos complejos se ve facilitada por la solución de problemas *in situ*. Esto, sin embargo, presenta un inconveniente, y es que debido a la elevada especificidad de los sistemas digitales, la implementación de una aplicación compleja no garantiza, ni mucho menos, adquirir todo el abanico de conocimientos y habilidades que el diseño de sistemas digitales requiere.

La metodología teórico-práctica deductiva permite superar este inconveniente, puesto que adopta la segmentación por unidades clásica, abordando así todos los aspectos de la asignatura, pero primando la aplicación práctica tras una breve introducción teórica, mediante ejemplos de progresiva complejidad, culminando con un proyecto libre. A la par que se realiza este proyecto final, se detallan los conceptos profundos de la asignatura, que se asimilan mejor puesto que el alumnado ya se encuentra familiarizado con la asignatura, como demuestran los resultados evaluativos obtenidos. De esta forma, se preservan las ventajas de ambas metodologías: la solidez de contenido de la metodología clásica, y su ligazón con la práctica y la creatividad de la metodología por proyectos.

Referencias

Gil, L. *Guía docente de Electrónica Digital* (2018, mayo). Universitat Politècnica de València, València, España. https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/internal/shared/node/content/ZlkhII7ASn-dr0k3PcEk1g?a=true.pdf

Lala, P. K. (2007). *Principles of modern digital design*. John Wiley & Sons. New Jersey, Estados Unidos de América.

Ashenden, P. J. (2008). *The student's guide to VHDL*. Elsevier. Massachussets, Estados Unidos de América.

Schmidt, M. (2015). *Arduino: a quick-start guide*. Pragmatic Bookshelf. Carolina del Norte, Estados Unidos de América.

Wang, G. (2011). Bridging the gap between textbook and real applications: A teaching methodology in digital electronics education. *Computer Applications in Engineering Education, 19*(2), 268-279.

Agradecimientos

A la dirección de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño y al director de la escuela, Juan Antonio Monsoriu Serra, por su atención y seguimiento al desarrollo de la asignatura.

ISBN: 978-84-09-02970-9

ISBN: 978-84-09-02970-9

Uso de aplicaciones informáticas en las prácticas de laboratorio en la asignatura de Sistemas Trifásicos. Sistemas eléctricos no conservativos.

Pedro A. Blasco [a], Rafael Montoya-Mira [a], José M. Diez [a], Rafael Montoya [a]
pedblaes@die.upv.es; ramonmi@alumni.upv.es; jmdiez@die.upv.es; rmontoya@die.upv.es.

[a] Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universitat Politècnica de València, Plaza Ferrandiz y Carbonell, 2, Alcoy, Spain.

Abstract

The electrical three-phase systems that are explained in the classroom have evolved very little since 1987 when Steinmetz published his theory of the phenomenon of alternating current. In addition, and with the introduction of Bologna, the hours dedicated the subjects have been drastically reduced, and consequently to the hours of laboratory practices. This fact affects more, if possible, to the technical teachings. In this work we bet on the use of computer simulators for the teaching of three-phase systems. This will allow us to teach and demonstrate more concepts, linked to the Three-Phase Systems. This is due to the ease of using these tools and the speed in simulating or to present results. It also serves as compensation for the loss of the number of hours of the subject. We emphasize not only its practical aspects, but also how this experimental de-sign is theoretically integrated and connected to a larger framework for the preparation of the practical sessions. Furthermore, we show how this practical design engages with an active methodology aimed at increasing student participation. The results obtained are analyzed and some future improvements will be proposed. We will use Orcad-Pspice software v9.1.

Keywords: *Three-phase systems. Equivalent circuits. Imbalances. Simulation.*

ISBN: 978-84-09-02970-9

Resumen

Los sistemas trifásicos eléctricos que se explican en el aula ha evolucionado muy poco desde que en 1987 Steinmetz publicara su teoría del fenómeno de la corriente alterna. Además, y con la implantación de Bolonia, se ha reducido drásticamente las horas dedicadas a las asignaturas, y por consiguiente a las prácticas de laboratorio. Aspecto este último que afecta más, si cabe, a las enseñanzas técnicas. En este trabajo apostamos por el uso de los simuladores informáticos para la enseñanza de los Sistemas Trifásicos. Ello nos va a permitir la impartición y demostración de más conceptos ligados con los Sistemas Trifásicos. Ello es debido a la facilidad que presenta el uso de estas herramientas y la rapidez en simular o presentar los resultados. Además, nos sirve como compensación a la reducción del número de horas de prácticas de laboratorio. Se describe una de las prácticas utilizadas y las demostraciones realizadas remarcando en su desarrollo no sólo los aspectos prácticos sino también su integración en la teoría y en la preparación de las sesiones prácticas, así como su inscripción en una metodología activa de participación del alumno. Se analizan los resultados obtenidos y se propondrán algunas mejoras futuras. Utilizaremos software Orcad-Pspice v9.1.

***Palabras clave**: Sistemas trifásicos. Circuitos equivalentes. Desequilibrios. Simulación.*

1. Introducción

Los análisis que mayoritariamente se explican en la asignatura de "Sistemas trifásicos y régimen transitorio", del Grado de Ingeniería Eléctrica, suelen basarse solo en las potencias activas y reactivas clásicas. Para clases más específicas también se analizan los circuitos no lineales, donde además de dichas potencias aparecen las debidas a la distorsión armónica. La separación entre clases de teoría y prácticas de laboratorio en las enseñanzas técnicas por motivos de organización, ha conducido a una separación artificial entre teoría y práctica que no se corresponde con la formación esperada de una profesión técnica ni con su ejercicio profesional. Nosotros aspiramos a impartir, algún día, toda la asignatura en el laboratorio, de manera que se impartan los conceptos teóricos necesarios junto con las demostraciones prácticas apoyados con simuladores. Hoy por hoy resulta imposible debido a motivos organizativos y, evidentemente, económicos. Así que esta propuesta es un paso más dentro de la búsqueda de estrategias de mejora docente (Llovera-Segovia 2011).

Los alumnos actuales que nos llegan al Grado de Ingeniería Eléctrica, y más concretamente a nuestra asignatura de Sistemas Trifásicos y Regimen Transitorio, lo hacen con importantes dificultades de comprensión ya que no tienen claro que es la electricidad. Quizás porque les falta la práctica. Se nota bastante la diferencia entre los que proceden de ciclos superiores y

ISBN: 978-84-09-02970-9

los que lo hacen de Bachiller. Así que la mejor manera de superar esta carencia es a través de las prácticas de laboratorio. Unas primeras a base de cables y componentes eléctricos, que se realizan en asignaturas anteriores a la nuestra, y otras con apoyo de herramientas informáticas que nos ayudan a combinar la teoría y demostración de conceptos eléctricos, con la práctica.

Ya en 1921, el ingeniero eléctrico John Ambrose Fleming destacaba que no era necesario que "(…) un estudiante que quisiese abrirse camino en el mundo de la electricidad comenzase estudiando las intricadas nociones y teorías de la física "absoluta"; por el contrario, existían "todo tipo de ventajas" haciendo que los estudiantes realizasen desde el principio trabajos cuantitativos con "buenos instrumentos". (…) … la "ciencia" de la electricidad no se aprendía en libros, ni en las teorías, sino en la práctica con los instrumentos de medida" (Colino López y Sánchez Ron 2007).

A continuación, exponemos una de las demostraciones que se han puesto en práctica en la asignatura de Sistemas Trifásicos recalcando los aspectos importantes para el aprendizaje que son no sólo cognoscitivos. Mostraremos así que la realización de demostraciones en el aula puede ser una herramienta eficaz para ilustrar conceptos e integrarlos en las clases teóricas, al mismo tiempo que puede formar parte de una metodología activa de la enseñanza y aprendizaje.

2. Metodología

Los sistemas trifásicos tienen características particulares que deben tenerse en cuenta para estimar correctamente los fenómenos energéticos en un sistema desequilibrado, como el conexionado de los elementos de la red. Los generadores y las cargas pueden estar conectados en estrella o en triángulo. En sistemas desequilibrados conectados en estrella aparecen tensiones de secuencia homopolar, y si están conectados en triángulo aparecen corrientes de secuencia homopolar. Estos valores de secuencia homopolar no se transfieren a través de la red y, por lo tanto, la potencia de desequilibrio y la potencia aparente total que se calculan en cualquier punto del sistema tendrán diferentes valores, dependiendo de si los cálculos se realizan desde el punto de vista de la fuente o desde la carga. Cuando estas potencias no coinciden los sistemas se denominan no conservativos. Esto solo ocurre con sistemas trifásicos a tres hilos con cargas desequilibradas.

La dificultad de obtener un circuito equivalente que tenga en cuenta todos los fenómenos energéticos. Las transformaciones de Kennelly-Rosen de estrella a triángulo y viceversa, solo son válidas para el cálculo de los flujos de potencia activa y reactiva. Ello es debido a que las tensiones de secuencia homopolar en una carga conectada en estrella y la corriente de la misma secuencia que se obtienen utilizando el teorema de Kennelly-Rosen en una carga conectada en triángulo, o viceversa, causan diferentes efectos de desequilibrio.

ISBN: 978-84-09-02970-9

La innovación consiste en diseñar unas demostraciones prácticas que se integren tanto en los contenidos teóricos como en los cálculos teóricos y en las prácticas de laboratorio. Esta integración permite discutir conceptos teóricos, aplicar y comprobar cálculos teóricos y anticipar las prácticas de laboratorio que los estudiantes van a realizar. En concreto, en esta práctica se presentan los siguientes contenidos:

1. Exposición de los conceptos teóricos a demostrar.
2. Presentación del circuito base para las demostraciones en esta práctica.
3. Obtención de resultados.
4. Análisis de los resultados.

1. Conceptos teóricos.

Se hace indispensable una medición fiable de la potencia de desequilibrio para corregir y eliminar las ineficiencias debidas a los desequilibrios y estimar de manera más exacta la potencia aparente del sistema. El estándar IEEE 1459-2010 formula la potencia desequilibrada S_u. Esta potencia ocurre en la frecuencia fundamental. La Teoría de la potencia unificada (León 2007 - UPM) también formula la potencia de desequilibrio S_u, dónde S_T es el módulo de la potencia aparente total definida por Buchholz (1922). Se expresa mediante los componentes de secuencia (1) (León, Montañana, Cazorla 2007.) Luego, será esta última la expresión de partida:

$$S_T = 3 \cdot \sqrt{(V_+^2 + V_-^2 + V_0^2) \cdot (I_+^2 + I_-^2 + I_0^2)}; \quad (1)$$

Se recuerda que los balances energéticos entre el generador y la carga, dependiendo del tipo de conexión de ambos son:

Caso a: Generador conectado en estrella, con neutro puesto a tierra, y carga desequilibrada en estrella y en triángulo.

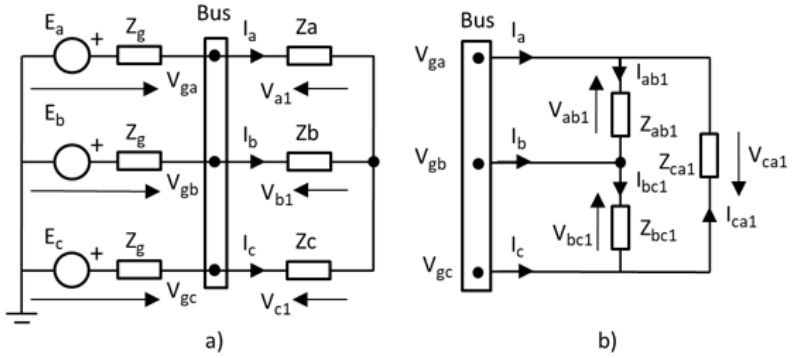


Fig. 1. Circuito con generador en estrella y carga en estrella, a) y con carga en triángulo b).

Se cumple que la potencia total aparente de dicho generador S_{TG}, viene dada por:

ISBN: 978-84-09-02970-9

$$S_{TG}^2 = 9 \cdot \left(V_{ga+}^2 + V_{ga-}^2\right) \cdot (I_{a+}^2 + I_{a-}^2); \qquad (2)$$

y la potencia total aparente que consume la carga en estrella S_{TC}, es:

$$S_{TC}^2 = 9 \cdot (V_{a1+}^2 + V_{a1-}^2 + V_{a10}^2) \cdot (I_{a+}^2 + I_{a-}^2); \qquad (3)$$

que comparándolas se tiene:

$$S_{TC}^2 = S_{TG}^2 + 9 \cdot (V_{a10}^2) \cdot (I_{a+}^2 + I_{a-}^2) \neq S_{TG}^2; \qquad (4)$$

Mientras que la potencia total aparente que consume la carga en triángulo S_{TC}, es:

$$S_{TC}^2 = 9 \cdot (V_{ab1+}^2 + V_{ab1-}^2) \cdot (I_{ab1+}^2 + I_{ab1-}^2 + I_{ab10}^2); \qquad (5)$$

que comparándolas se tiene:

$$S_{TC}^2 = S_{TG}^2 + 9 \cdot I_{ab10}^2 \cdot (V_{ab1+}^2 + V_{ab1-}^2) \neq S_{TG}^2; \qquad (6)$$

Caso b: Generador conectado en triángulo y la carga desequilibrada conectada en estrella y en triángulo.

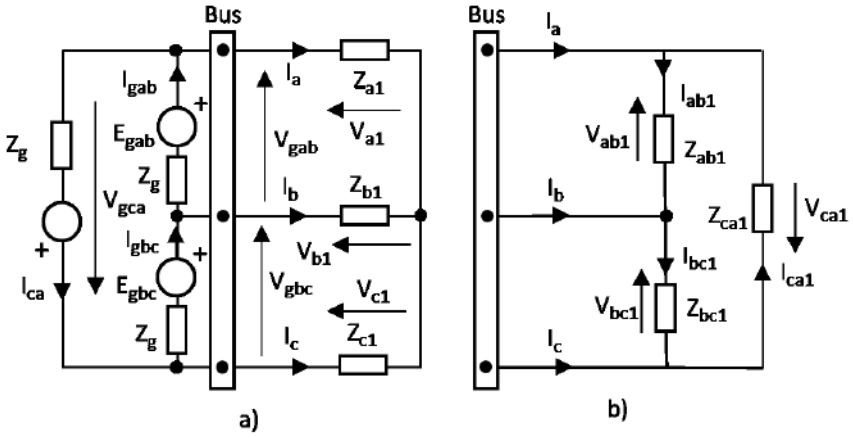


Fig. 2. Circuito con generador en triángulo y carga en estrella, a) y carga en triángulo, b).

La potencia total aparente producida por el generador viene dada por:

$$S_{TG}^2 = 9 \cdot \left(V_{gab+}^2 + V_{gab-}^2\right) \cdot \left(I_{gab+}^2 + I_{gab-}^2\right); \qquad (7)$$

La potencia total aparente que consume la carga conectada en estrella, coincide con la expresión (5), y comparándolas obtenemos la misma expresión (4) que en el caso a.

Por último, la potencia total aparente de la carga cuando está conectada en triángulo coincide con la obtenida en la expresión (5), y cuando la comparamos con la del generador coincide con la expresión (6).

ISBN: 978-84-09-02970-9

Y para finalizar este apartado se definen las expresiones a utilizar para obtener los circuitos equivalentes desde el punto de vista del balance energético:

Para obtener el circuito equivalente en estrella:

$$Z'_1 = \frac{V'_1}{I_a} = \frac{V_{ab} - V_{ca}}{3 \cdot I_a}; \quad Z'_2 = \frac{V'_2}{I_b} = \frac{V_{bc} - V_{ab}}{3 \cdot I_b}; \quad Z'_3 = \frac{V'_3}{I_c} = \frac{V_{ca} - V_{bc}}{3 \cdot I_c}; \qquad (8)$$

Para obtener el circuito equivalente en triángulo:

$$Z_{ab} = \frac{V_{ab}}{I'_{ab}} = \frac{3 \cdot V_{ab}}{I_a - I_b}; \quad Z_{bc} = \frac{V_{bc}}{I'_{bc}} = \frac{3 \cdot V_{bc}}{I_b - I_c}; \quad Z_{ca} = \frac{V_{ca}}{I'_{ca}} = \frac{3 \cdot V_{ca}}{I_c - I_a}; \qquad (9)$$

2. Presentación del circuito base para las demostraciones en esta práctica.

Se les entrega a los alumnos, en grupos de dos o tres, un sistema eléctrico a tres hilos que alimenta a una carga desequilibrada como el que muestra la figura siguiente:

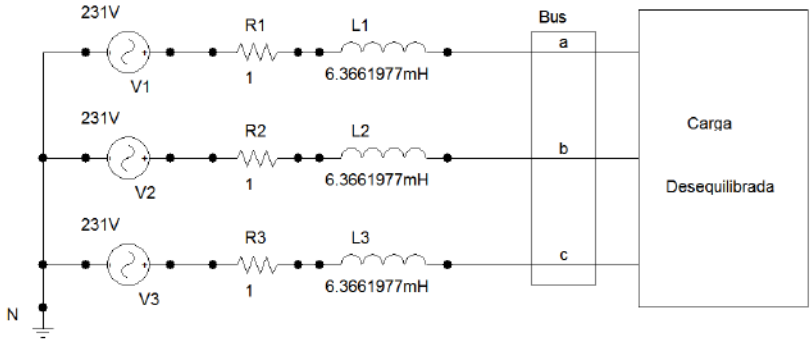


Fig. 3. Circuito del caso práctico.

Los datos que se acompañan son las tensiones compuestas Vab, Vbc y Vca, y las corrientes de línea Ia, Ib e Ic obtenidas en el bus. A saber:

Tabla 1. Datos de partida obtenidos leyendo en el bus de la figura 5.

	módulo	argumento
Vab =	357,7931	31,1054
Vbc =	373,8000	-99,3185
Vca =	307,0734	143,1809

	módulo	argumento
Ia =	20,9939	-63,7666
Ib =	7,5609	-129,7487
Ic =	25,0425	100,2248

3. Obtención de resultados.

Aplicando las expresiones (8) y (9) obtener los circuitos equivalentes en estrella y triángulo, respectivamente, y verificar que cumplen con el balance energético.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Verifíquese también que no se cumple el balance energético utilizando las transformaciones de Kennelly-Rosen.

Como material de apoyo los alumnos tienen libro de teoría de la asignatura, Hayt et al. (2007), Manual de prácticas con Pspice, Molero et al. (1998) y artículo de investigación Montoya-Mira et al. (2018).

4. Análisis de los resultados obtenidos.

Presente los resultados obtenidos y conteste a las siguientes cuestiones:

- ¿Por qué no son equivalentes, energéticamente hablando, las transformaciones de Kennelly-Rosen?
- ¿Usted cree que dichas transformaciones ya no tienen sentido seguir utilizándolas?

3. Resultados

Desde el curso 2010-11 estamos incluyendo prácticas con simuladores informáticos, sobre todo Orcad-Pspice, en la asignatura de Sistemas Trifásicos, impartida en el tercer semestre del Grado de Ingeniería Eléctrica. El uso del software permite introducir, además, nuevos avances para que los alumnos se interesen en esta disciplina y se pueda estimular su inquietud sobre la investigación en el campo de la ingeniería eléctrica. Todo ello debido a la facilidad de diseño y simulación, ya que evita el realizar todos los cálculos manualmente.

Los resultados obtenidos son siempre satisfactorios. De las encuestas que a final de curso pasamos, los alumnos están, mayoritariamente, de acuerdo en el uso de dichas herramientas en detrimento de algunas horas de clase magistral. Esto no detrae contenidos de la mismas, sino todo lo contrario, nos permite todos los años llegar a más contendidos. Además, esto ayuda a consolidar algunas competencias transversales como la CT-01 (comprensión e integración), la CT-06 (trabajo en equipo), la CT-10 (conocimiento de problemas contemporáneos) y la CT-11 (aprendizaje permanente).

Creemos que los alumnos de hoy se manejan cada vez mejor con los programas de simulación y pueden desarrollar su creatividad de una manera más natural, a la vez que pueden aumentar su interés por la especialidad eléctrica.

4. Conclusiones

En este artículo se ha mostrado un ejemplo de como las herramientas informáticas, en modo de simuladores de circuitos eléctricos, puede contribuir a cimentar una formación coherente del ingeniero, dentro del contexto de las clases teóricas o de prácticas de aula, de acuerdo a las habilidades cognitivas y prácticas que habrán de caracterizar su desarrollo profesional.

ISBN: 978-84-09-02970-9

El uso de dichas herramientas en horas de clases teóricas permite ilustrar los conceptos teóricos que se adquieren, además de preparar las sesiones prácticas de laboratorio, a la vez que son de gran apoyo en las horas lectivas de prácticas de aula.

Creemos que la distribución horaria debería ser 1-2-3 (teoría, problemas y prácticas de laboratorio), en lugar del 3-2-1 actual. Somos conscientes de que esta configuración es inviable hoy por hoy, debido a problemas, principalmente, económicos. Tampoco se pueden reducir los grupos de alumnos de clases teóricas (75 en nuestro caso), a niveles de los grupos de prácticas de laboratorio (25 en nuestro caso) por los mismos motivos. Así pues, esta forma de impartir la asignatura aquí presentada, también nos ayuda a acortar esa diferencia entre horas de teoría y prácticas.

Referencias

Buchholz, F. (1922); "Die drehstrom-scheinleistung bei ungleichmassiger belastung der drei zweige". *Licht und Kraft* 2, 9-11.

Colino López, A. y Sánchez Ron, J. M. (2007) "Introducción". En Fleming J. A. (1921) Cincuenta años de Electricidad: Memorias de un ingeniero eléctrico. Editorial Crítica, Barcelona.

Emanuel, A.E., Langella, R., Testa, A. (2012): "Power definitions for circuits with nonlinear and unbalanced loads – the IEEE Standard 1459-2010". *IEEE Power and Energy Society General Meeting*, 2012, pp. 1–6

Hayt, William H.; Kemmerly, Jack E .; Durbin, Steven M .; Cordero Pedraza, Carlos Roberto; Zekkour Zekkour, Ahmed (2007). *"Análisis de circuitos en ingeniería"*. México: McGraw-Hill / Interamericana, cop. 7ª ed.

León, V., Montañana, J., Cazorla, A. (2007); "Phasor total unbalance power: formulation and some properties". *IEEE Instrumentation & Measurement Technology Conf.,* Warsaw, Poland, pp. 1–3

Llovera-Segovia P (2011). "Dos estrategias para la mejora del aprendizaje de Electrotecnia en la Escuela de Caminos UPV". *Jornadas de Innovación Educativa. Instituto de Ciencias de la Educación-Universitat Politècnica de València*, Valencia.

Montoya-Mira, R.; Diez, J.M.; Blasco, P.A.; Montoya, R. (2018); "Equivalent circuit and calculation of unbalanced power in three-wire three-phase linear networks". *IET Gener. Transm. Distrib.*, 12, 1466–1473, 10.1049/iet-gtd.2017.0670.

Molero Yunta, J.C.; Montoya Villena, R.; Pallarés Periago, B.; Soler Botella, A.; (1998); *"Manual de Practicas. Circuitos Especiales".* SUPV 98.1505.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Herramientas Anti Plagio al Alcance del Docente Universitario

R. Sanchis[a], M. Díaz-Madroñero[a], M. Pérez-Sánchez[b] y R. Poler[a]
rsanchis@cigip.upv.es; fcodiama@cigip.upv.es; mopesan1@upv.es; rpoler@cigip.upv.es

[a]Departamento de Organización de Empresas. Universitat Politècnica de València, Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Plaza Ferrándiz y Carbonell, 2, 03801 Alcoy, Alicante, (España).
[b]Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera S/N, 46022 Valencia, (España).

Abstract

Plagiarism in academic works of university students is a problem of utmost relevance that Universities have to deal with. Some experts suggest the first step to manage it is to make students understand that there are ways to quote and reference their work to avoid plagiarism. Others point, as dissuasive measures, anti-plagiarism tools. The objective of this study is the presentation of a set of tools that could support lecturers to prevent and detect plagiarism in the academic work of their students.

Keywords: *Plagiarism, anti plagiarism, academic integrity, academic works, tools.*

Resumen

El plagio en trabajos académicos por parte de estudiantes universitarios es un problema de relevancia que las Universidades tratan de gestionar. Algunos expertos apuntan que el primer paso es hacer entender al alumno que existen formas de citar y referenciar sus trabajos para evitar el plagio. Otros apuntan, como medidas disuasorias, las herramientas anti plagio. El objetivo del presente estudio es la presentación de una serie de herramientas que puedan ayudar al profesorado a prevenir y detectar el plagio en los trabajos académicos de sus alumnos.

Palabras clave: *Plagio, anti plagio, integridad académica, trabajos académicos, herramientas.*

1. Introducción

Según la Real Academia de la Lengua Española (RAE, 2019), plagiar es copiar en lo sustancial obras ajenas, dándolas como propias. Según URKUND (2019) plagio es apropiarse intencionadamente del trabajo de otra persona y presentarlo como propio. En el contexto de

ISBN: 978-84-09-02970-9

la educación, se reduce a tratar de engañar a los profesores e instituciones a través de transmitir un trabajo no original o partes de él como si fuese original.

El artículo 13 del Estatuto del Estudiante Universitario aprobado por Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre establece que *"los estudiantes deben abstenerse de la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos en las pruebas de evaluación, en los trabajos que se realicen, o en documentos oficiales de la universidad"* (BOE, 2010). El plagio provoca un agravio comparativo entre los alumnos, que en los actos de evaluación, realizan sus tareas de forma reglamentaria, junto con un deterioro de la formación en valores, objetivo formativo también de la Universidad.

En el área de los trabajos académicos existe, en general, un sorprendente desconocimiento, quizá no del todo inconsciente, sobre el cómo emplear la información consultada para no caer en el plagio. Por ello es importante hacer entender al alumno que existen formas de citar y parafrasear para que la autoría de sus trabajos no quede en entredicho (ETSII-UPV, 2014). Existen universidades que ponen a disposición del profesorado, tecnologías anti plagio para tratar de prevenir acciones deshonestas por parte de los alumnos. En el caso de la Universitat Politècnica de València (UPV), se pone a disposición de la comunidad docente tanto herramientas anti plagio como formación, por parte del Instituto de Ciencias de la Educación, en el uso de dichas herramientas. En el caso de la UPV, la herramienta utilizada es Turnitin (www.turnitin.com) que está integrada dentro del sistema de gestión de aprendizaje (LMS – *Learning Management System*) Sakai (Sakai, 2019), denominado POLIFORMAT (PoliformaT, 2019).

2. Revisión de la Literatura

La revisión bibliográfica ha sido realizada mediante un estudio sistemático de la bibliografía a través de la base de datos *Scopus* con las palabras clave: "plagiarism" AND "students" AND "university" arroja 517 documentos en los últimos 10 años (2009-2019), siguiendo una tendencia ascendente, excepto en los años 2015 y 2017, con lo que podemos intuir que es una temática de interés entre la comunidad universitaria (Figura 1). Respecto a las áreas de conocimiento destacar que casi la mitad de los documentos son de la rama de ciencias sociales, siendo del área de ingeniería, tan solo un 8% de los estudios (Figura 2).

Dichos estudios analizan diferentes aspectos relacionados con el plagio en el contexto universitario. Se encuentran trabajos que analizan las revisiones de la literatura realizadas por sus alumnos para comprender mejor las formas en que los estudiantes utilizan las fuentes de información en sus trabajos con el objetivo de tratar de proporcionarles información relevante acerca de citas, referencias, bibliografía, etc., y así evitar potenciales plagios (Badenhorst, 2019).

Respecto al perfil de los estudiantes que plagian, investigaciones previas apuntaban a que existía una mayor predisposición en estudiantes masculinos. Sin embargo, Bokosmaty et

ISBN: 978-84-09-02970-9

al., (2019) afirman tras su studio, mediante entrevistas a 377 estudiantes universitarios en Canadá, que no existe diferencia entre hombres y mujeres y que plagian por igual.

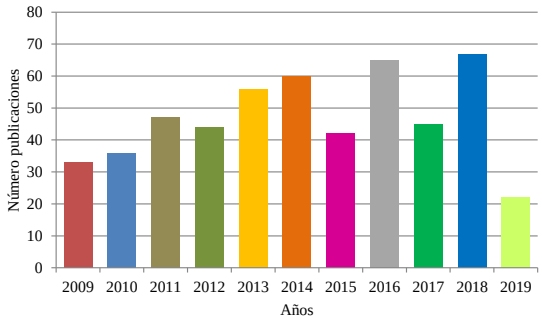


Figura 1. Número de publicaciones relacionadas con el plagio en el contexto universitario (2009-2019)

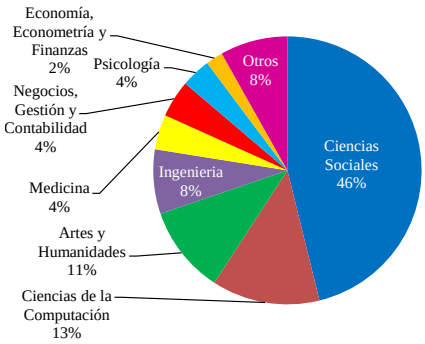


Figura 2. Áreas de conocimiento relacionadas con los estudios de la Figura 1.

Un gran número de los estudios encontrados en literatura analizan los factores relacionados con el plagio entre los estudiantes para buscar correlaciones entre el plagio y causas, tanto externas como internas. Según Makarova, (2019) los estudiantes son propensos a neutralizar su propia culpa por haber plagiado y suelen culpar a condicionantes externos argumentando que es difícil evitar el engaño y el plagio durante los estudios universitarios. Asimismo los estudiantes también son más propensos a plagiar en condiciones de control y disuasión de profesores más débiles. Fatima et al., (2019) por su parte, afirman que, dentro del contexto universitario, cuanto más alto es el nivel académico, menos se producen las conductas de plagio.

Palmer et al., (2019) realizaron un estudio entre 574 estudiantes en cuatro universidades australianas que operan en Singapur. El análisis reveló que los estudiantes presentaban conceptos erróneos e incertidumbres sobre muchos aspectos del plagio. El autoplagio y la reutilización del trabajo de un amigo eran aceptables para más de una cuarta parte de los estudiantes (Singh y Ganapathy, 2018), y casi la mitad consideraba que la colusión era una forma legítima de colaboración. Un cuarto de los estudiantes también indicaron que, a sabiendas, plagiarían. Esto debería servir como una llamada de atención al plagio en la educación superior.

Del mismo modo, Ternes et al., (2019) consideran que la mala conducta académica es común en los estudiantes universitarios y que el profesorado debe tomar medidas preventivas para reducir estos comportamientos. Tales resultados demuestran la importancia de una política de integridad académica así como un fortalecimiento de las condiciones de control, mediante herramientas que permitan una detección temprana del plagio. Es por ello, que el presente estudio tiene como objetivo, la presentación de una serie de herramientas que puedan ayudar al profesorado a prevenir y detectar el plagio en los trabajos académicos de sus alumnos.

ISBN: 978-84-09-02970-9

3. Herramientas Anti Plagio

Como medidas disuasorias, los estudiantes deben tener conocimiento acerca de que el profesorado utilizará herramientas anti plagio en el análisis de sus trabajos académicos. Asimismo, los alumnos también deben conocer a qué se exponen (evaluación, medidas disciplinarias, etc.) para tratar de prevenir el plagio. Aunque llegados a este punto, se debe señalar que algunos alumnos, que según las normas de la asignatura deben enviar sus trabajos académicos a la herramienta Turnitin de forma previa a presentarlos a sus profesores, se han negado a hacerlo alegando que dicho análisis previo constituye una presunción de culpabilidad (Turnitin, 2019).

En esta sección se realiza una primera aproximación acerca de diferentes herramientas, tanto gratuitas como comerciales, que pueden servir de ayuda al profesor universitario como medidas disuasorias del plagio. A continuación se muestran las herramientas (ordenadas alfabéticamente), junto con una breve descripción, basándose en el listado original ofrecido por la Biblioteca Universitaria de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (BU-ULPGC, 2019).

- **AntiCutAndPaste** (www.anticutandpaste.com/anticutandpaste/): software que busca fragmentos de texto que se hayan copiado y pegado de código fuente de lenguaje de programación o en texto sin formato. La herramienta está dirigida a diferentes lenguajes de programación como por ejemplo C ++, Visual Basic, Delphi, Java y Proyectos C#, y por tanto sería adecuada su utilización en contextos relacionados con la informática y/o programación.
- **Antiplagiarism.net** (antiplagiarism.net): es una aplicación de escritorio compatible con Microsoft Windows que permite la detección de plagio. Permite realizar análisis con diferentes niveles de profundidad (*default*, *express*, *deep*). Presenta la posibilidad de ignorar URLs o dominios completos que el usuario no quiera que se incluyan en el proceso de detección. Los formatos admitidos son los siguientes: .doc, .docx, .pdf, .odt, .html, .txt, .rtf. La herramienta también permite el análisis anti plagio para imágenes.
- **Antiplagiarist** (www.anticutandpaste.com/antiplagiaris): es una herramienta que permite comparar dos archivos diferentes para averiguar si uno de los archivos es un plagio del otro. Posee algunas funcionalidades que se pueden personalizar como por ejemplo, la definición del número de palabras o frases que deben coincidir para que un texto se considere plagiado. Soporta archivos con los siguientes formatos: .html, .doc, .txt, .wpd, entre otros.
- **ArticleCheker** (www.articlechecker.com): es una aplicación en línea que no precisa descargar ningún software y mediante el cual, el usuario copia y pega el texto que requiere comparar y la aplicación lo analiza comparándolo con texto disponible en Internet.
- **Compilatio** (www.compilatio.net): software que se puede instalar como una aplicación de escritorio, pero que también se encuentra disponible desde Internet. Proporciona un informe con las similitudes de cada documento analizado. Realiza una comparación direc-

ISBN: 978-84-09-02970-9

ta entre el documento analizado y las fuentes detectadas, con una interfaz multilingüe en francés, inglés, italiano, alemán y español.

- **Copycatch Investigator (**www.cflsoftware.com/detection-1**)**: herramienta dirigida a la detección de plagio, mediante la búsqueda de patentes, descubrimiento electrónico (*e-discovery*), gobernanza y cumplimiento; e investigación académica y comercial. La herramienta presenta funcionalidades parecidas a las ya presentadas, sin embargo su ámbito de aplicación no es tanto académica sino que está principalmente focalizada en plagios en empresas y/o investigación.
- **Copyscape** (www.copyscape.com): es una aplicación en línea destinada a buscar plagios online de una página web mediante la introducción de la URL que se quiere analizar.
- **Crot software** (www.crotsoftware.com): proporciona una versión gratuita con limitaciones pues dicha versión tan solo compara documentos con la versión inglesa de Wikipedia. Crot software afirma que sobre el 10-20% del plagio realizado por estudiantes viene de Wikipedia. También presentan varios planes de pago en el que ofrecen diferentes servicios como por ejemplo, una versión de escritorio, un para Moodle, una en línea, entre otras.
- **DOCODE** (www.docode.cl): software que valida la originalidad de los documentos contra todas las páginas web que se encuentran indexadas en Google, contra repositorios o contra cualquiera de los documentos del usuario. Asimismo también reconoce traducciones del inglés que involucren plagio (Emol, 2017).
- **DupliChecker** (www.duplichecker.com): herramienta online en la que el usuario tiene tres alternativas para la comparación: (i) copiando y pegando el texto directamente sobre el navegador web; (ii) subiendo un documento; o (ii) proporcionando una URL.
- **DustBall** (www.dustball.com): es una aplicación sencilla que permite pegar el texto directamente en su URL o subir archivos (aunque tan solo archivos de Microsoft Word). Recientemente han lanzado un nuevo algoritmo de búsqueda para optimizar los resultados que ofrece un informe en .pdf sencillo, pero que muestra el contenido plagiado, sin indicar cuál es la fuente de información original.
- **Glatt Plagiarism** (www.plagiarism.com): presenta tres softwares diferentes (i) GPTeach (un programa tutorial para proporcionar instrucción asistida por computadora sobre lo que constituye plagio y cómo evitarlo); (ii) GPSP (el programa de detección de plagio, que normalmente se utiliza en instituciones académicas o en la profesión legal para casos de infracción de derechos de autor); y (iii) GPSD (un programa de detección automática para ayudar a detectar casos inadvertidos de plagio).
- **Grammarly** (www.grammarly.com): es una herramienta online anti plagio basada en el modelo *fremium* que proporciona servicios gratuitos y planes avanzados de pago. La herramienta compara documentos contra 16 billones de páginas web y artículos académicos almacenados en sus bases de datos. Presenta la novedad, que no solo detecta el plagio, sino que también revisa la gramática del documento o texto subido, así como los signos de puntuación, vocabulario y la estructura de las oraciones, proporcionando al usuario información adicional.

ISBN: 978-84-09-02970-9

- **HelioBLAST** (helioblast.heliotext.com): herramienta gratuita y en línea dirigida al área de la medicina que revisa los documentos contra citas (resumen y títulos) en Medline / PubMed. Las consultas están limitadas a 1.000 palabras.
- **Ithenticate** (www.ithenticate.com): herramienta que se encuentra más orientada al estudio del plagio en investigación, más que desde el punto de vista académico. Los autores de artículos pueden asegurarse de haber citado suficientemente sus fuentes y presentar el trabajo escrito en la más alta calidad. Asimismo, los editores de revistas podrán enviar los artículos a revisión asegurando que el contenido del artículo es original. La herramienta presenta algunos requisitos de presentación como por ejemplo que los archivos no pueden exceder las 400 páginas o los 100 MB. La herramienta admite los siguientes formatos: MS Word, Word XML, WordPerfect, PostScript, PowerPoint (.ppt, .pptx), .pdf, .html, .rtf, .hwp, OpenOffice (.odt) y texto sin formato
- **Plagiarisma** (plagiarisma.net): es una aplicación en línea que también ofrece un software de escritorio gratuito. A través de su página web, se puede pegar el texto a comparar (en más de 190 idiomas), que es analizado contra Google y Bing. Igual que otras herramientas, también permite subir el archivo a comparar o indicar una URL. Plagiarisma presenta la novedad que se puede cargar un documente desde Drive.
- **Plagiarism-detector (**plagiarism-detector.com): es una aplicación de escritorio compatible con Microsoft Windows y que permite analizar los siguientes formatos: .pdf, .doc, .docx, .html, .txt, .rtf, y .odt. Sus desarrolladores afirman que posee un 97% de efectividad y que nunca proporciona falsos positivos.
- **Plagium** (www.plagium.com): en su versión libre, permite copiar y pegar texto para detectar si dicho texto proviene de algún documento ya existente. Posee un modelo *fremium*, de modo que los planes de pago, ofrecen funcionalidades más avanzadas. Soporta la búsqueda en español, inglés, portugués y francés.
- **Plagius** (www.plagius.com): es una herramienta que soporta portugués, inglés y español. Los formatos que permite comparar son .doc, .docx, .pdf, OpenOffice, .ppt, .html, .rtf, texto plano, entre otros. La herramienta garantiza un análisis seguro pues los documentos no son analizados remotamente sino que se realiza de forma local sobre el ordenador del usuario. Al ser una herramienta que no presenta versión gratuita, los desarrolladores ofrecen soporte por email, así como actualizaciones constantes y además no hay límites (en el peso o número) de documentos a analizar.
- **PlagScan** (www.plagscan.com): aplicación en línea que permite comparar archivos subiéndolos a su página web o bien pegando texto directamente. Soporta archivos con las siguientes extensiones: pdf, txt, doc, docx, html, odt, URLs,... Ofrece un informe muy detallado sobre las similitudes encontradas, que bien puede ser descargado o bien puede ser consultado y compartido, de manera *online*.
- **Strikeplagiarism** (strikeplagiarism.com): es una herramienta de pago destinada principalmente (60%) a la educación superior (trabajan con más de 250 universidades), aunque también trabajan con otras instituciones: otros centros educativos (20%) y editoriales

ISBN: 978-84-09-02970-9

(20%). Actualmente, más de 5 millones de documentos ya han sido analizados con la herramienta que está presente en instituciones de 6 países europeos, entre ellos, España.

- **TinEye** (www.tineye.com): es una herramienta anti plagio dirigida principalmente a la búsqueda de imágenes. Es una aplicación en línea que permite buscar por imagen o por URL. TinEye rastrea constantemente la web y agrega imágenes a su índice. Actualmente, la aplicación posee más de 35.6 mil millones de imágenes con las que comparar las imágenes subidas por los usuarios.
- **Turnitin** (www.turnitin.com): Es un software con una gran utilización cuya base de datos incluye Internet, trabajos estudiantiles y artículos científicos indexados. Además una búsqueda en *Scopus* acerca de investigaciones y estudios en los cuales Turnitin ha estado presente, arroja 149 documentos desde el año 2002 hasta la actualidad.
- **Urkund** (www.urkund.com): herramienta que puede ser instalada en cualquier LMS de cualquier institución, aunque también proporciona el servicio de enviar el documento a comparar por correo electrónico. Los formatos que adminte la herramienta son los siguientes: .doc, .docx, .xls, .xlsx, .sxw, .ppt, .pptx, .pdf, .txt, .rtf, .html, .htm, .wps, .odt y .pages.
- **Viper** (plag.co): es una aplicación en línea que permite detectar plagio contra más de 10 mil millones de fuentes online. Es multilingüe, soportada por 56 idiomas. Soporta todo tipo de archivo de texto, incluyendo Microsoft Word, .pdf, OpenOffice y documentos de Google, incluso presentaciones de PowerPoint.

Entre las herramientas presentadas, la gran mayoría se basan en un modelo *Fremium*, es decir ofrecen una versión gratuita que permite el análisis y detección de plagios con ciertas limitaciones, así como versiones *Premium*, mediante las cuales, ya no existen dichas limitaciones y el usuario, previo pago, tiene derecho a una serie de funcionalidades avanzadas. Tan solo un porcentaje muy pequeño de las herramientas solo proporcionan la versión *Premium* (p.ej. Turnitin, Strikeplagiarism) el resto ofrecen verisón gratuita con limitaciones.

Además, casi todas las herramientas se ofrecen en varias presentaciones como por ejemplo aplicación de escritorio o versión en línea. No se ha encontrado ninguna herramienta (como aplicación de escritorio) compatible con Apple. Por ultimo destacar, que los formatos soportados por las diferentes herramientas son parecidos entre ellas, pero que los idiomas soportados es una característica de vital importancia, ya que si el usuario desea analizar un texto en español y la herramienta no soporta dicho idioma, no se detectará ningún tipo de plagio, cuando realmente puede ser que el documento sí que esté plagiado. Por ello, el usuario de estas herramientas debe comprobar, en primera instancia, si la herramienta soporta el idioma en el que desea realizar el análisis.

4. Conclusiones

El presente estudio destaca la seriedad del problema del plagio en el contexto universitario sobre todo en el área de los trabajos académicos. Es importante que los alumnos entiendan la importancia de citar y referenciar sus fuentes para evitar el plagio. Asimismo, existen

ISBN: 978-84-09-02970-9

herramientas anti plagio que pueden ser utilizadas por el profesorado, e incluso por el alumno (antes de enviar su trabajo) para detectar posibles plagios. En este estudio se realiza una primera aproximación a las diferentes herramientas disponibles actualmente como alternativas para garantizar la integridad académica.

Referencias

Badenhorst, C. M. (2019). Literature reviews, citations and intertextuality in graduate student writing. Journal of Further and Higher Education, 43(2), 263-275.

BOE (2010). Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario. *Boletín Oficial del Estado*. Disponible en: https://www.boe.es/eli/es/rd/2010/12/30/1791/con

Bokosmaty, S., Ehrich, J., Eady, M. J., & Bell, K. (2019). Canadian university students' gendered attitudes toward plagiarism. Journal of Further and Higher Education, 43(2), 276-290.

BU-ULPGC, (2019). Cómo evitar el plagio: Herramientas antiplagio. Biblioteca Universitaria de la Universidad de las palmas de Gran Canaria. Disponible en: https://biblioguias.ulpgc.es/plagio

EMOL (2017). "DOCODE": La herramienta chilena que busca ponerle fin al "copy paste". Disponible en: https://www.emol.com/noticias/Tecnologia/2017/09/13/875241/DOCODE-La-herramienta-chilena-que-busca-ponerle-fin-al-copy-paste.html

ETSII-UPV (2014). Normativa de Honestidad Académica. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valencia. Universitat Politècnica de València. Disponible en: https://www.etsii.upv.es/docencia/normativas/honestidad-es.php

Fatima, A., Abbas, A., Ming, W., Hosseini, S., & Zhu, D. (2019). Internal and External Factors of Plagiarism: Evidence from Chinese Public Sector Universities. Accountability in research, 26(1), 1-16.

Makarova, M. (2019). Factors of Academic Misconduct in a Cross-Cultural Perspective and the Role of Integrity Systems. Journal of Academic Ethics, 17(1), 51-71.

Palmer, A., Pegrum, M., & Oakley, G. (2019). A wake-up call? Issues with plagiarism in transnational higher education. Ethics & Behavior, 29(1), 23-50.

PoliformaT (2019). PoliformaT. Disponible en: https://poliformat.upv.es

RAE (2019). Real Academia dela Lengua Española. Disponible en: https://dle.rae.es/?id=TIZy4Xb

Sakai (2019). Proyecto Sakai. Disponible en: https://www.sakailms.org/

Singh, M. K. M., & Ganapathy, M. (2018). Understanding Plagiarism from the Lens of First Year Tertiary Level Students. Pertanika Journal of Social Sciences & Humanities.

Ternes, M., Babin, C., Woodworth, A., & Stephens, S. (2019). Academic misconduct: An examination of its association with the dark triad and antisocial behavior. Personality and Individual Differences, 138, 75-78.

Turnitin. (2019). Turnitin Frequently asked questions. Disponible en: https://www.turnitin.com/es

ISBN: 978-84-09-02970-9

El teléfono móvil en el laboratorio de Ingeniería Mecánica

J. Mora-Macías[a], A. Guerrero Gragero[a], F. J. Doblas Charneco[b]
juan.mora@dimme.uhu.es; antonio.gragero@alu.uhu.es; fdoblas@us.es

[a]Universidad de Huelva (ETSI, Campus El Carmen, 21071, Huelva, España)
[b] Universidad de Sevilla (ETSI, Camino de los Descubrimientos s/n, 41092, Sevilla, España)

Abstract

Limited funding for laboratory equipment is a problem today in teaching. On the other hand, in the first courses of engineering degrees it is sometimes complicated to keep the motivation of students, especially in subjects such as Fundamentals of Theory of Machines and Mechanisms.

The objective of this work is to design and manufacture a device for practices of this subject. The device consists of a slider-crank mechanism driven by a speed-controlled electric motor. A mobile phone is fix to the slider, in which the accelerations will be recorded with the Accelerometer Analyzer® application.

Most of the components of this device are low-cost. The mobile phone is provided by the student. Using the mobile as a part of a laboratory device can be an extra motivation for students because they can relate a very familiar and daily element to them with contents of the course and explore its possibilities.

Keywords: *Theory of machines; mechanisms; laboratory device; low-cost*

Resumen

La limitación de los recursos para adquisición de equipos de prácticas es uno de los problemas que se dan hoy en día en la docencia. Por otro lado, en los primeros cursos de titulaciones de ingeniería resulta a veces muy complicado mantener la motivación del alumnado, especialmente en asignaturas como Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos.

El objetivo de este trabajo es el diseño y fabricación de un equipo para prácticas de esta asignatura. El equipo está formado por un mecanismo biela–manivela–corredera accionado por un motor eléctrico de velocidad controlable. La corredera tiene un acoplamiento para fijar a ella el teléfono móvil, donde se registrarán las aceleraciones con la aplicación Accelerometer Analyzer®.

El coste de los componentes de este equipo es bajo. Entre estos componentes no se cuenta el teléfono móvil, el cual es proporcionado por el propio alumno.

ISBN: 978-84-09-02970-9

Usar el móvil como componente de un equipo de prácticas puede suponer una motivación extra para los alumnos porque pueden relacionar un elemento muy cotidiano y familiar para ellos con la materia de la asignatura y explorar sus posibilidades.

Palabras clave: *Teoría de máquinas; mecanismos; equipos de prácticas; bajo coste.*

1. Introducción

El presente trabajo se enmarca en una convocatoria de la Universidad de Huelva orientada a la innovación docente y a la investigación educativa para la mejora de la docencia. En este marco de renovación de las metodologías docentes, la motivación de este trabajo es doble. Por una parte, se pretende abordar la falta de recursos económicos para la preparación de material y adquisición de equipos con fines docentes con una propuesta para diseñar y fabricar un montaje experimental para prácticas de laboratorio de muy bajo coste. Por otra parte, los destinatarios finales de este trabajo son los estudiantes de primeros cursos de titulaciones de ingeniería que cursan la asignatura Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos, una asignatura en la que, debido a su carácter fundamental y menos tecnológico (que dificulta el tratamiento de problemas de ingenierías más reales que sí se abordan en otras asignaturas), es necesario prestar una especial atención a la motivación de los estudiantes, especialmente en todas las titulaciones cuyo campo de especialización tenga menos afinidad con la Ingeniería Mecánica. En este sentido, se propone en este trabajo la utilización del teléfono móvil como herramienta de trabajo en el laboratorio, concretamente como acelerómetro. La utilización de las TIC como herramienta docente es actualmente reconocida como muy beneficiosa desde el punto de vista de la mejora de la calidad docente, tal y como se recoge, por ejemplo, en Martínez Ramos (2015) y Freire Macías (2011).

Para el desarrollo del trabajo se ha formado un equipo integrado por dos profesores y un estudiante. Se ha considerado también de gran interés facilitar a los estudiantes la incorporación a grupos de trabajo en los que puedan poner en práctica los conocimientos adquiridos durante sus estudios universitarios, de forma que lleven a cabo de forma más gradual la transición hacia su práctica profesional. Por otra parte, contar con la visión de un estudiante permitirá detectar y abordar de forma más eficiente las posibles dificultades que podrían encontrarse los estudiantes que finalmente utilizarán el equipo en sus prácticas de laboratorio.

2. Objetivos

Se pretende con este trabajo incidir en el protagonismo que deben asumir los estudiantes en su aprendizaje. Por esta razón, se considera especialmente interesante en primer lugar la participación de un estudiante en las tareas de diseño, fabricación y análisis de las posibilidades

ISBN: 978-84-09-02970-9

docentes del equipo que se describirá con mayor detalle a continuación. Además, la realización de sesiones prácticas por parte de los estudiantes, que aportarán sus propios teléfonos móviles para utilizarlos como sensor, potenciará su papel protagonista en el proceso de aprendizaje con una aplicación marcadamante técnica de un dispositivo que utilizan frecuentemente con propositos más lúdicos. El dominio que tienen en el manejo del teléfono móvil reforzará su protagonismo y su motivación. Por tanto, los objetivos de este trabajo son tres: 1) diseño y fabricación de un equipo para prácticas de laboratorio en el que se integra el teléfono móvil como sensor, 2) implantación de dicho equipo en los programas de prácticas de asignaturas de Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos de los primeros cursos de diversos grados de ingeniería de la Univeridad de Huelva, y 3) análisis de la repercusión que la utilización de dicho equipo tiene en la mejora de la calidad docente y en la satisfacción de los estudiantes a través de sus opiniones y valoraciones.

3. Desarrollo

3.1 Montaje experimental

El equipo de laboratorio está formado por un mecanismo biela–manivela–corredera accionado por un motor eléctrico que gira a velocidad angular constante (aunque la metodología de trabajo está abierta a diferentes configuraciones). La corredera dispone de un acoplamiento para fijar a ella el teléfono móvil. La aplicación Accelerometer Analyzer®, que puede instalarse en cualquier smartphone de forma gratuita, permite registrar las componentes de la aceleración en las tres direcciones del espacio y almacenarlas en un archivo. Los registros que tomen los alumnos durante las prácticas de laboratorio permitirán obtener los diagramas de aceleración y velocidad experimentales de la corredera en función del giro de la barra de entrada. Una vez obtenidos estos diagramas experimentales, los alumnos deberán compararlos con los diagramas obtenidos analíticamente aplicando cualquier método de análisis cinemático.

Se muestra en la Figura 1 una captura de pantalla de la aplicación Accelerometer Analyzer®. Puede apreciarse la posibilidad de visualizar gráfica y numéricamente las aceleraciones detectadas por el teléfono móvil, así como el icono correspondiente a la opción de guardado del registro de aceleraciones. Se muestra también un ejemplo del archivo de texto generado por la aplicación.

El coste de los componentes de este equipo es reducido, unos 400€. Consta de una serie de componentes que se han adquirido y se ensamblarán en el laboratorio: un motor eléctrico de baja potencia, un soporte para el teléfono móvil, elementos de fijación y algunos perfiles metálicos para barras y pares cinemáticos. Entre estos componentes no se cuenta el teléfono móvil, el cual será proporcionado en cada sesión práctica por los propios estudiantes. El interés de la utilización del teléfono móvil como recurso didáctico es doble: por una parte, supone un ahorro en equipos; por otra parte, utilizar el móvil como componente de un equipo de prácticas puede suponer una motivación extra para los alumnos porque pueden relacionar

ISBN: 978-84-09-02970-9

un elemento muy cotidiano y familiar para ellos con la materia de la asignatura y explorar sus posibilidades.

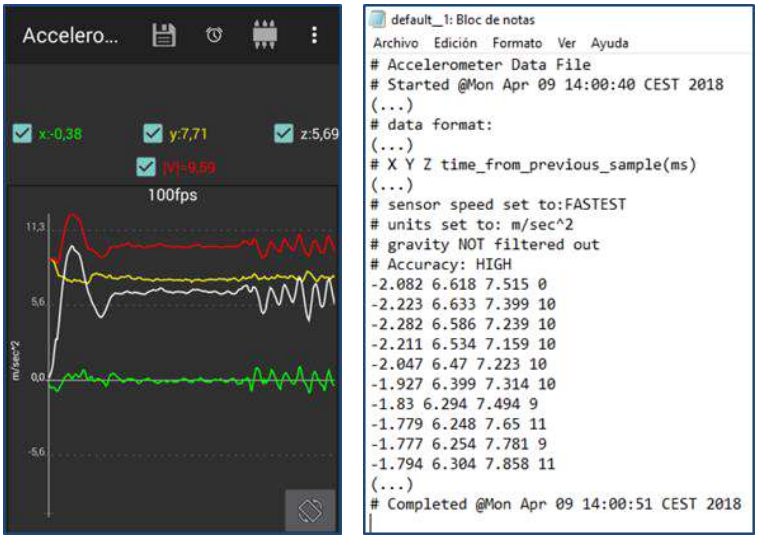


Figura 1. Accelerometer Analyzer®, interfaz y archivo de datos

3.2 Diseño y fabricación del mecanismo

En el momento de elaborar esta publicación, se ha completado el diseño del mecanismo y se está concluyendo la fase de fabricación. Bajo la supervisión de los dos profesores, el estudiante integrado en el grupo de trabajo se ha hecho cargo del diseño del mecanismo utilizando un software de diseño CAD (Figura 2).

Como impulsor del mecanismo se utiliza un motor eléctrico que se acopla a un tubo metálico de 300 mm (manivela). Los pares cinemáticos de rotación se consiguen mediante rodamientos de bolas con soporte que permiten la unión con la barra mediante un sistema de contratuerca. Un eje enlaza la manivela con la biela (de 600 mm). Por último, la corredera consiste en una placa metálica con un taladro en el centro para acoplar el soporte del teléfono, el soporte del teléfono es ajustable para poder usar teléfonos con diferentes dimensiones. El movimiento lineal de la corredera se consigue con unos rodamientos lineales de bolas que se desplazan a lo largo de dos guías de 1 m de longitud.

Se ha previsto que tanto la biela como la manivela sean extensibles, de forma que puedan realizarse diferentes análisis en función de las distintas combinaciones de longitudes de las barras. En la figura 3 se muestra el sistema de extensión diseñado. Las barras son tubos huecos que alojan otro tubo de diámetro menor en su interior con taladros separados cierta distancia. La extensión se consigue fijando un extremo con uno de los tornillos prisioneros y cambiando la posición del otro prisionero en función de la longitud elegida.

ISBN: 978-84-09-02970-9

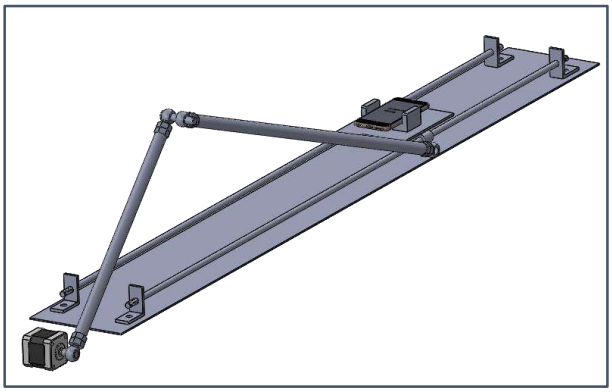


Figura 2. Mecanismo y teléfono móvil incorporado

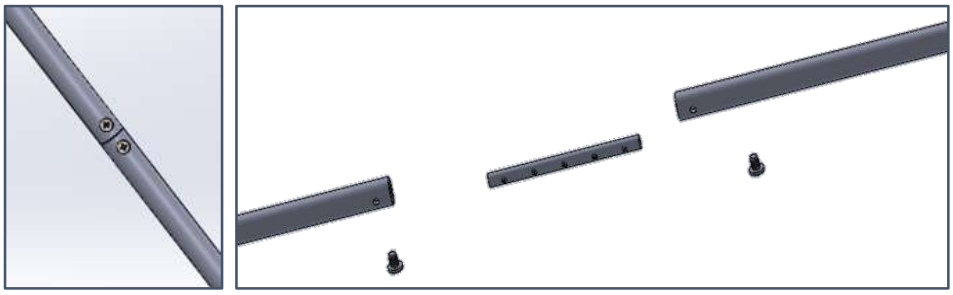


Figura 3. Sistema para extensión de barras

3.3 Implantación del dispositivo en sesiones prácticas de laboratorio

Dado que se está concluyendo la fase de fabricación del mecanismo, se pretende implantar el equipo en las prácticas de laboratorio de la asignatura Fundamentos de Teoría de Máquinas y Mecanismos de diversas titulaciones de ingeniería de la Universidad de Huelva a partir del curso 2019-2020.

A continuación se describe la práctica en la que pretende implantarse el uso del equipo objeto de este estudio. Esta práctica consta de tres sesiones. En la primera sesión, en el laboratorio, los alumnos accionarán el mecanismo y obtendrán diferentes registros de aceleración de la corredera con la aplicación Accelerometer Analyzer® instalada en el teléfono móvil. Se considerarán dos velocidades de la barra de entrada (ω_1 y ω_2) y dos configuraciones de longitud de las barras (L_1 y L_2), de forma que se estudien cuatro diagramas distintos de aceleración de la corredera. Los cuatro casos se recogen en la tabla 1. En la segunda sesión, que se desarrollará en un aula de informática, se integrarán los registros de aceleración, obteniendo los diagramas de velocidad y desplazamiento de la corredera. A continuación se compararán los diagramas obtenidos en los 4 casos analizados.

Finalmente, ayudados de un software especializado (p. ej., Winmecc®), se obtendrán los diagramas de posición, velocidad y aceleración en las 4 configuraciones y se establecerá una

ISBN: 978-84-09-02970-9

comparación entre datos experimentales y teóricos. La tercera sesión de prácticas se dedicará al estudio dinámico del sistema proponiendo varias hipótesis para calcular las pérdidas de potencia por rozamiento entre la corredera y las guías. Conocida la potencia de funcionamiento del motor y su velocidad de giro, estás hipótesis darán lugar a diferentes diagramas de aceleración de la corredera que se compararán con el obtenido experimentalmente.

Tabla 1. Casos de estudio en la práctica

Caso	Velocidad de la barra de entrada	Configuración de longitud de las barras
1	ω_1	L_1
2	ω_1	L_2
3	ω_2	L_1
4	ω_2	L_2

4. Resultado

El objetivo final de este trabajo es evaluar el impacto de la utilización del equipo descrito en la calidad de la docencia recibida por los estudiantes. Para ello, en la línea de los trabajos Estévez (2013), Morales (2013) y Centeno (2011), se solicitará a los alumnos que rellenen el cuestionario que se adjunta en el anexo final para conocer su opinión sobre el grado de satisfacción con la práctica, las propuestas de mejora que consideren oportunas y las posibles aplicaciones del teléfono móvil en otras prácticas de laboratorio de asignaturas de sus titulaciones. Esta evaluación por parte de los estudiantes se comparará también con los resultados de las encuestas de opinión que lleva a cabo la Universidad de Huelva. Asimismo, se llevará a cabo un estudio comparativo de los resultados obtenidos por los estudiantes en la nueva práctica que se desarrollará con este equipo y el resto de prácticas. Se compararán especialmente con los resultados obtenidos en años anteriores en prácticas de la misma asignatura en las que no se contaba con este nuevo equipo.

5. Conclusiones

Como alternativa a la práctica habitual de adquirir equipos de prácticas disponibles comercialmente, se considera de gran interés la experiencia plantedada en este trabajo, en la que el diseño y fabricación de equipos de prácticas se lleva a cabo por parte del personal docente y de los propios alumnos, lo que mejora su adecuación a los objetivos docentes y técnicos perseguidos con la impartición de las prácticas. Por otra parte, la utilización de las TIC en la docencia viene siendo reconocida como una herramienta muy beneficiosa para la mejora de la calidad docente. En relación con los teléfonos móviles, existen aplicaciones en las que los estudiantes pueden participar en algún tipo de encuesta, reto, concurso, o similar, a través de diversas preguntas propuestas por el profesor. Estas aplicaciones pueden ofrecer tal vez una perspectiva más lúdica que ayude a amenizar las clases. En este sentido, y aunque pueda igualmente contribuir a hacer más amena la participación de los estudiantes en sus prácticas

ISBN: 978-84-09-02970-9

de laboratorio, se considera especialmente relevante en este trabajo la utilización del teléfono móvil con un carácter marcadamente técnico, como herramienta de trabajo de los futuros ingenieros, de forma que contribuya a su motivación profesional.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la financiación de este proyecto a través de la XIX Convocatoria de Ayudas a la Innovación Docente y a la Investigación Educativa para la mejora de la docencia en la Universidad de Huelva.

Referencias

Martínez Ramos J. L. y Martínez Heredia, J. M., (2015), *Innovación docente en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla*, Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla.

Freire Macías E. y Cuesta Rojo F., (2011), *Innovando en la docencia en ingeniería*, Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla.

Estévez A., Doblas F.J., Vallellano C., Morales D., Centeno G., Martínez-Donaire A.J., García-Lomas F.J. (2013), *Teaching Experience on Metal Forming Processes through Case Study Methodology*. Materials Science Forum, Vol. 759, pp. 39-46.

Morales D., Centeno G., Vallellano C., Doblas F.J., Martínez-Donaire a.J., Estévez A., García-Lomas F.J. (2013), *Self-evaluation E-learning System for Manufacturing Engineering Subjects*. Materials Science Forum, Vol. 759, pp. 121-128.

Centeno G., Morales D., Vallellano C., Doblas F.J., Martínez-Donaire A.J., García-Lomas F.J. (2011), Análisis de una metodología de autoevaluación online para asignaturas técnicas en estudios universitarios de ingeniería. En: La docencia universitaria en el contexto educativo actual. Pedro Membiela, Natalia Casado, M.ª Isabel Cebreiros (editores), pp. 223-227. Educación Editora

Anexo. Cuestionario de evaluación de la práctica

Con este cuestionario se quiere recoger tu opinión sobre el grado de satisfacción con la práctica, las propuestas de mejora que consideres oportunas y las posibles aplicaciones del teléfono móvil en más prácticas de la asignatura o de otras asignaturas. El cuestionario es anónimo y confidencial. Te pedimos que reflexiones tus respuestas antes de anotarlas.

Encontrarás 5 preguntas en las que se te pide que señales con un círculo si estás completamente en desacuerdo (CD), en desacuerdo (D), de acuerdo (A) o completamente de acuerdo (CA) con los enunciados que se te proponen, pudiendo justificar tu respuesta si lo consideras oportuno. En la pregunta 6 se te pide una valoración global de la práctica (de 0 a 10) y la justificación de tu respuesta.

ISBN: 978-84-09-02970-9

1. La utilización del teléfono móvil en la práctica ha propiciado una mayor motivación de los estudiantes y ha mejorado la calidad de la docencia.

CD D A CA

Justificación:

_____

2. El boletín de prácticas ha sido de utilidad como guía para conocer el funcionamiento de la aplicación Accelerometer Analyzer®, así como para la realización de la práctica.

CD D A CA

Justificación:

_____

3. El profesor ha ofrecido las orientaciones necesarias para el correcto desarrollo de la práctica.

CD D A CA

Justificación:

_____

4. Considero que la metodología aplicada ha supuesto una mejora en mi preparación para la futura vida profesional.

CD D A CA

Justificación:

_____

5. Señala lo que añadirías y suprimirías de la práctica, así como otras posibles aplicaciones del teléfono móvil en prácticas de laboratorio de asignaturas de tu titulación.

CD D A CA

Justificación:

_____

6. Valora de 0 a 10 esta práctica. Justifica tu respuesta.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Justificación:

_____

ISBN: 978-84-09-02970-9

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

ALCOI CUIEET

XXVII congreso nacional 17-19 de junio 2019

innovación + docencia + técnica

CONFERENCIA DE DIRECTORES DE ESCUELAS DE INGENIERÍA DE ÁMBITO INDUSTRIAL

Ajuntament d'Alcoi

alcoi ciudad del conocimiento

IBERIA renfe avis budget group iPYC INGENIEROS DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN SERPIS Mutua Levante SEGUROS