

# CUIEET

Gijón

Gijón,  
25, 26 y 27 de  
junio 2018

## XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

### LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL  
**XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa**  
**En las Enseñanzas Técnicas**  
25-27 de junio de 2018  
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón  
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

|  |     |
|--|-----|
| La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)   | 1   |
| La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad          | 12  |
| Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico   | 24  |
| Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües  | 36  |
| <i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>   | 43  |
| Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos               | 55  |
| Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas | 67  |
| <i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>  | 77  |
| La soledad de los Millennials ricos en la EPI de Gijón   | 84  |
| Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo  | 96  |
| El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio  | 106 |
| Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes    | 116 |
| El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales             | 127 |
| Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario   | 134 |
| “Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias               | 146 |
| Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas  | 158 |
| <i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>                                  | 167 |

|   |     |
|---|-----|
| Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal   | 176 |
| Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus  | 186 |
| Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística  | 198 |
| Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM   | 210 |
| <i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>   | 221 |
| Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática   | 231 |
| Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería  | 243 |
| Riesgos psicosociales del docente universitario   | 255 |
| <i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional  | 267 |
| Trabajo fin de grado. Una visión crítica  | 276 |
| Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales  | 284 |
| Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón | 296 |
| Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud   | 308 |
| EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente  | 316 |
| Habilidades sociales en la ingeniería   | 327 |
| Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica   | 339 |

|  |     |
|--|-----|
| Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos                     | 349 |
| Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos                      | 361 |
| Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería  | 373 |
| Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales   | 385 |
| Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería                                  | 394 |
| La invasión de los garbanzos   | 406 |
| Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017  | 418 |
| Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería   | 430 |
| Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas  | 439 |
| Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente  | 450 |
| Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 <sup>er</sup> curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.          | 461 |
| Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid                                 | 473 |
| Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas  | 482 |
| La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos   | 493 |
| Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica   | 505 |
| El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV | 521 |

|   |     |
|---|-----|
| Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría   | 534 |
| Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería  | 547 |
| Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras   | 559 |
| Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación          | 567 |
| El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos | 579 |
| Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional                                      | 588 |
| La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>  | 600 |
| Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras  | 612 |
| Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena  | 621 |
| Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia   | 633 |
| Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva  | 644 |
| Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería   | 658 |
| Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.                                     | 665 |
| Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química   | 676 |
| Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria   | 686 |
| Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos  | 696 |

|  |     |
|--|-----|
| Necesitamos “ <i>engineers</i> ”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera   | 708 |
| Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo | 718 |
| Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación   | 730 |
| Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo  | 743 |
| Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas                                     | 750 |
| <i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>                 | 762 |
| Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial  | 772 |
| Aprender en el contexto de la empresa  | 784 |
| Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño  | 792 |
| Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura  | 804 |
| Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios                     | 815 |
| Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo   | 823 |
| Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental  | 833 |
| Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería  | 842 |
| Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo  | 854 |
| Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster                                    | 863 |
| Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar   | 875 |

|  |      |
|--|------|
| Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica  | 883  |
| La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria   | 895  |
| Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON   | 907  |
| De Orienta a Mentor  | 919  |
| Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial  | 931  |
| Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación   | 943  |
| Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería  | 953  |
| El cuadro de mandos como entorno educacional   | 961  |
| DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería   | 975  |
| Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración   | 985  |
| Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería | 997  |
| El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria                    | 1008 |
| Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.                          | 1019 |
| Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC   | 1031 |
| Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales  | 1042 |
| <i>Framework for the analysis of students association' interests &amp; voices</i>  | 1054 |

|  |      |
|--|------|
| Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)                                     | 1066 |
| Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género                                      | 1076 |
| <i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>   | 1087 |
| Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo                        | 1091 |
| La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente  | 1096 |
| Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística  | 1102 |
| La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias  | 1106 |
| <i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>  | 1110 |
| Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado   | 1114 |
| Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario   | 1118 |
| Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes   | 1122 |
| Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales  | 1126 |
| Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios   | 1130 |
| Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial | 1134 |
| Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red  | 1144 |
| Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono  | 1148 |

|  |      |
|--|------|
| Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple  | 1152 |
| Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio  | 1157 |
| Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC  | 1163 |
| Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica  | 1171 |
| La competencia de responsabilidad  | 1183 |
| MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo  | 1196 |
| Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería  | 1200 |
| Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller  | 1204 |
| La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros   | 1214 |
| La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería  | 1225 |
| BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D   | 1230 |
| Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería   | 1237 |
| <i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>   | 1241 |
| Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)   | 1245 |
| Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao | 1249 |
| Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>   | 1256 |

|   |      |
|---|------|
| Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP         | 1264 |
| Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones | 1276 |
| Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)   | 1280 |
| Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”   | 1284 |
| Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica  | 1290 |
| La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior  | 1294 |
| Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos  | 1298 |
| Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta  | 1302 |
| Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales   | 1308 |
| Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal   | 1312 |
| Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas   | 1318 |
| Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación   | 1322 |
| <i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>  | 1326 |
| Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria   | 1331 |
| Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total       | 1335 |
| Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa   | 1339 |

*Índice de ponencias*

|   |      |
|---|------|
| Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME                            | 1344 |
| Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i> | 1350 |
| Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales                  | 1354 |
| El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior  | 1359 |



## Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras

Miguel Muñiz Calvente<sup>a</sup>, Pelayo Fernández Fernández<sup>a</sup>, Adrián Álvarez Vázquez<sup>a</sup> y María Jesús Lamela Rey<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación, Universidad de Oviedo, Campus de Viesques, 33203, Gijón, Asturias. Email: munizcmiguel@uniovi.es

---

### **Abstract**

*This paper presents an example of implementation of a collaborative learning model in the subject of Theory of Structures and Industrial Constructions, with easy application to other areas of engineering. The objective pursued with this project is to obtain a positive exploitation of the student's work out of the classroom, besides looking for the interaction between the students to achieve common learning goals. Throughout the development of the course, the students have carried out a series of workshops, in which they have proposed statements of problems related to the Subject. They have solved them in groups of 2 or 3 students and have corrected these problems through a peer review process. In this way, the collection of solved exercises available to the student increases in each course, according to the level of the Subject. In general, the project has been positively earned by the students with a positive impact on the students' learning. Likewise, It has been observed that the students followed-up the subject constantly, which has been revealed by a high increase of the use of tutoring hours during the course.*

**Keywords:** collaborative learning, collection of problems, theory of structures, constructivist theory.

---

### **Resumen**

*En este trabajo se presenta un ejemplo de implementación de un modelo de aprendizaje colaborativo en la asignatura de Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales, fácilmente extrapolable a otras áreas de la ingeniería. El objetivo perseguido con este proyecto es conseguir un aprovechamiento positivo del trabajo del alumno fuera del aula a la par que fomentar la interacción entre los compañeros para alcanzar metas de aprendizaje comunes. Durante el transcurso del curso los alumnos han realizado una serie de talleres*

*en los que han planteado enunciados de problemas relacionados con la asignatura, los han resuelto en grupos de 2 o 3 personas y los han corregido mediante un sistema de corrección por pares. De este modo, la colección de ejercicios resueltos disponible para el alumno aumenta en cada curso, a la par que el nivel de la asignatura. En general, el proyecto ha sido recibido positivamente por los alumnos, ha tenido un impacto positivo en el aprendizaje de los alumnos y ha contribuido a un seguimiento de la asignatura más constante, lo que se ha puesto de manifiesto mediante un alto incremento de la utilización de las horas de tutoría durante todo el curso.*

**Palabras clave:** *aprendizaje colaborativo, colección de problemas, teoría de estructuras, Teoría constructivista.*

## **Introducción, Justificación y Objetivos**

Tradicionalmente los profesores son los únicos responsables del aprendizaje de los alumnos, definiendo los objetivos del aprendizaje, las unidades temáticas, los tipos de ejercicios a resolver, evaluando los conocimientos adquiridos... Esto relega al estudiante a un papel secundario, en el que participa del aprendizaje únicamente como parte pasiva (Glasser, 1986). Sin embargo, el aprendizaje colaborativo (cooperativo) fomenta el uso instruccional de pequeños grupos de tal forma que los estudiantes trabajen juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás (John, 1993), mientras que el profesor pasa a tener la función de acompañar, que no obligar, a los alumnos en su aprendizaje

Por otro lado, la enseñanza tradicional en ingeniería suele basarse en la explicación de unos conceptos teóricos complejos que posteriormente son ilustrados con ejercicios de ejemplo en el aula, los cuales son complementados con una serie de ejercicios propuestos para realizar fuera del aula. Este proceso parece válido a priori, pero carece de algunos aspectos fundamentales que se deben potenciar en las carreras de ingeniería, como son la originalidad, el valor de enfrentarse a nuevos retos, la búsqueda de metas personales por encima de lo esperado, la superación personal, el espíritu crítico y la aceptación de las críticas externas, el trabajo en equipo... De entre las muchas desventajas que presenta ese tipo de enseñanza, la más destacable puede ser que los alumnos nunca se enfrentan a problemas nuevos durante el transcurso de la asignatura, ya que es muy probable que todos los ejercicios que se hagan durante el curso, o se propongan como ejercicios para casa, estén resueltos en cursos anteriores y a disposición de los alumnos. Esto incentiva que los alumnos estudien revisando las soluciones de los ejercicios planteados y no enfrentándose a la resolución de ejercicios nuevos, lo que para nada representará sus labores profesionales en el futuro como ingenieros.

Además, el planteamiento tradicional de la enseñanza no aprovecha positivamente el trabajo del alumno ni la inteligencia del mismo para contribuir en el aprendizaje colectivo. Un claro

ejemplo de ello es que en esos modelos de aprendizaje el profesor plantea un único enunciado de problema, el cual debe ser resuelto por todos los estudiantes, finalizando en ese momento el proceso de aprendizaje. Sin embargo, en otros modelos de aprendizaje es posible que el profesor plantee un enunciado a cada alumno (o que sean los propios alumnos los que planteen el enunciado), y que cada alumno resuelva un problema diferente. De este modo, el proceso de aprendizaje por parte de los alumnos continúa, porque pueden hacer uso de los ejercicios y soluciones de sus compañeros para estudiar los conceptos de la asignatura.

Con el objetivo de alejarse del modelo de aprendizaje tradicional, se ha introducido un proyecto de innovación docente en el ámbito de las asignaturas de teoría de estructuras en ingeniería, el cual se basa en los modelos de aprendizaje colaborativo. Durante el transcurso de este proyecto no solamente se ha fomentado el trabajo en equipo de los estudiantes, sino que se ha contribuido positivamente a ampliar la cantidad de material de estudio disponible para los mismos y se ha aumentado el número de horas de tutoría, lo que demuestra un mayor seguimiento de la asignatura durante el curso.

### **Trabajos Relacionados**

Este modelo de aprendizaje colaborativo tiene su base en la teoría constructivista (Vigotsky, 1974), que defiende que el docente debe establecer los cimientos de un ambiente de aprendizaje que permita al estudiante apropiarse del conocimiento y transferirlo a sus compañeros de forma efectiva. Los entornos de aprendizaje constructivista se definen 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 la literatura existen diversos trabajos relacionados con el aprendizaje colaborativo y su implementación en distintos ámbitos de la enseñanza (Calzadilla, 2002), coincidiendo todas ellas en que es fundamental un cambio en el rol del profesor (Cesar, 2018).

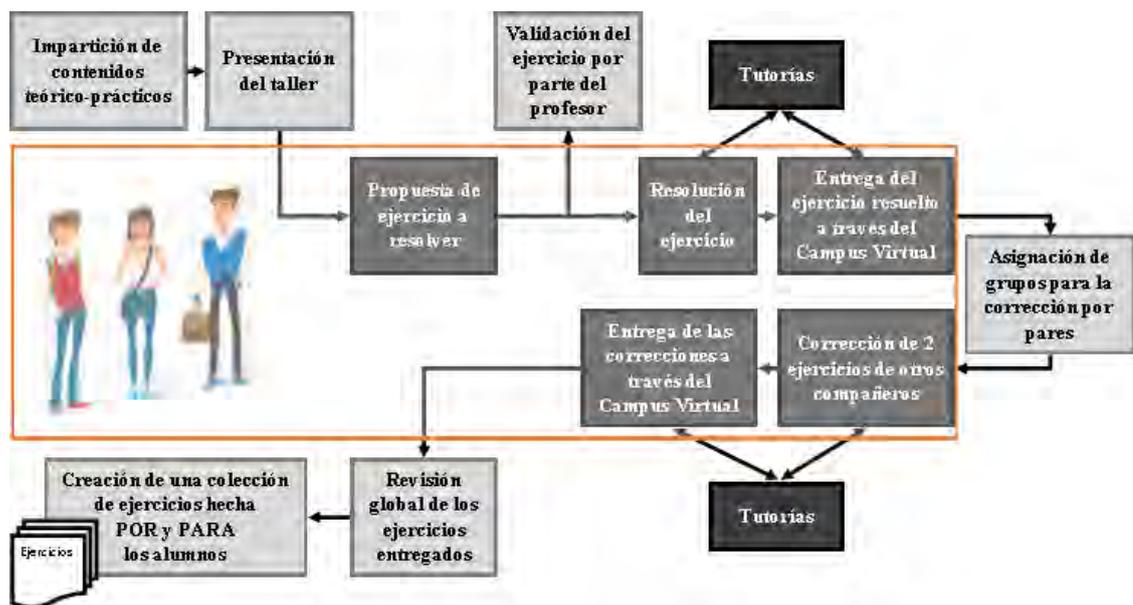
### **Trabajo Desarrollado**

El presente trabajo ha implementado un modelo de aprendizaje colaborativo sobre un grupo de estudiantes de 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*.

El proyecto tiene como objetivo involucrar a los alumnos en la creación de una colección de problemas resueltos de teoría de estructuras. La metodología seguida en el proceso de aprendizaje se centra en el papel del alumno como protagonista del mismo, dejando sobre este la responsabilidad del éxito del proyecto. Mientras que el docente pasa a centrar sus esfuerzos en crear unas condiciones y un clima idóneo para que el alumno pase de un simple auto-

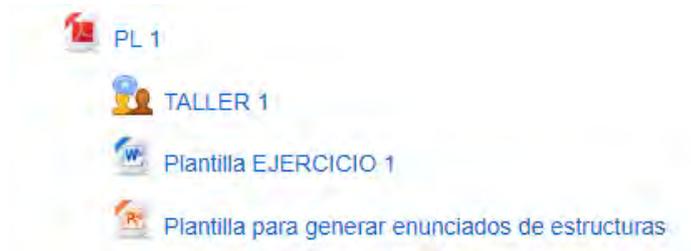
aprendizaje a un aprendizaje colaborativo. El diagrama de flujo de la Figura 1 muestra la metodología llevada a cabo, donde los procesos realizados por los alumnos aparecen en el centro del diagrama, mientras que las acciones llevadas por el docente aparecen en un segundo plano, apoyando el transcurso del proyecto.

Figura 1. Diagrama de flujo ilustrativo del modelo de aprendizaje empleado



En primer lugar, el docente introduce los conocimientos requeridos sobre un tema de la asignatura, por ejemplo, aplicación del principio de trabajos virtuales, resolución de estructuras isostáticas e hiperestáticas... Posteriormente, el docente resuelve en alguna práctica de aula o laboratorio algún ejercicio para ilustrar los conceptos explicados en las clases expositivas y pasa a la presentación del taller a realizar, los objetivos del mismo y la forma de trabajo a través del Campus Virtual haciendo uso de las nuevas tecnologías (Ver Figura 2).

Figura 2. Material disponible en el Campus Virtual para la realización del taller



En segundo lugar, se crean grupos de 2 ó 3 alumnos que plantean el enunciado de un ejercicio relacionado con el tema bajo estudio y lo contrastan con el profesor, con el objetivo de comprobar que cumple con los criterios establecidos y se puede resolver analíticamente.

A partir de ese momento, los alumnos deben trabajar dentro de cada grupo para resolver los ejercicios y subir las soluciones a una herramienta denominada “Taller” en el Campus Virtual de la asignatura. Con el objetivo de homogeneizar los formatos de enunciados, soluciones, figuras y textos, se ha creado una plantilla de Word (ver Figura 3) con un ejemplo de ejercicio resuelto y una plantilla en Power Point (ver Figura 4) para realizar el diseño de las estructuras. Ambas se han puesto a disposición de los alumnos (ver Figura 2) en el Campus Virtual. Es importante destacar que en esta fase los alumnos comienzan a realizar un aprendizaje colaborativo en pequeños grupos, ya que se observa que durante las prácticas de laboratorio muchas de las dudas que se plantean son resueltas dentro del propio grupo de trabajo.

Figura 3. Plantilla Word para la generación de enunciados y resolución de problemas

**EJERCICIO 2 GRUPO XX.**  
 Dada la celosía de la figura, cargada con dos cargas puntuales, P, en los nudos C y E y una carga térmica constante,  $\Delta T$ , en la barra BE, calcular:

- Esfuerzos internos en las barras para las tres hipótesis de carga indicadas.
- Desplazamiento vertical de C para la hipótesis 3 (H3).

**PROPUESTOS:** a) Calcular el desplazamiento horizontal de C y el desplazamiento horizontal y vertical de E para la hipótesis 3 (H3). b) Dibujar la deformada a escala de la celosía sobre la figura.

**Hipótesis de carga:**

- H1: Sólo las dos cargas puntuales.
- H2: Sólo carga térmica de la barra BE.
- H3: H1+H2.

A continuación, introducir la celosía en CESPLA con los siguientes datos y comparar los resultados.  
 Datos:  $P=120$  kN,  $\Delta T=50^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha=1,2 \cdot 10^{-5}$   $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $L=4$  m, Material: S275 (E=2,06E+11 Pa), Perfil tubo 60.4 (A=7,04E-04m).

**Solución Ejemplo 1:**  
 1. **Obtención de esfuerzos internos: Método de los nudos**  
 a. **Hipótesis de Carga 1 (H1)**

**Diagrama de la estructura:** Celosía con nudos A, B, C, D, E, F. Cargas puntuales P en C y E. Carga térmica  $\Delta T$  en la barra BE. Reacciones:  $R_{AV}$  en A,  $R_{FV}$  en F.

**Ecuaciones de equilibrio:**

$$\sum F_x = 0 \rightarrow R_{AV} + R_{FV} - 2P = 0 \quad (1)$$

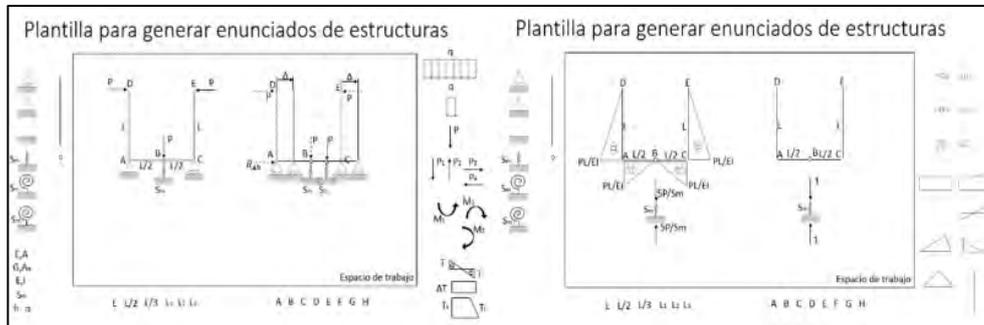
$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_{AV} = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow -PL - 2PL + R_{FV} \cdot 3L = 0 \rightarrow R_{FV} = P \quad (3)$$

Sustituyendo 3 en 1:  
 $R_{AV} + P - 2P = 0 \rightarrow R_{AV} = P \quad (4)$

**NOTA:** Las reacciones también podrían haberse obtenido directamente observando que la estructura es simétrica respecto a cargas externas y de reacción.

Figura 4. Plantilla Power Point para la homogeneización de figuras



Una vez recibidos todos los ejercicios propuestos y resueltos por los estudiantes, se realiza un cruce de ejercicios para llevar a cabo una corrección por pares de los mismos. De este modo, cada grupo de alumnos recibe 2 ejercicios de otros compañeros, que debe revisar y corregir críticamente. Con el objetivo de garantizar que al finalizar el proceso de revisión los alumnos han detectado la mayor parte de los posibles errores, se ha enseñado a los alumnos a resolver los problemas mediante un programa de cálculo de estructuras asistido por ordenador (CESPLA), lo que ayuda a contrastar las soluciones analíticas. Esta segunda fase del proyecto es fundamental para que los alumnos observen en qué errores han caído sus compañeros, evitando así caer ellos en el futuro. Por otra parte, se ha observado que en algunas ocasiones las explicaciones que los alumnos se ofrecen entre ellos de una manera más informal y horizontal (sin jerarquías) contribuye positivamente a la comprensión de conceptos fundamentales de la asignatura.

Por último, el profesor de la asignatura es el encargado de recopilar toda la información recibida por los estudiantes y crear una colección de ejercicios resueltos creada por y para los alumnos de la asignatura, lo cual contribuye positivamente no sólo a los alumnos del curso actual, sino a los alumnos de cursos posteriores, ya que se verán beneficiados del trabajo realizado.

### Principales Resultados

En el proyecto han participado más de 100 alumnos repartidos en 52 grupos de trabajo, los cuales han realizado 4 talleres relacionados con los siguientes temas:

- Cálculo de esfuerzos internos en estructuras isostáticas.
- Aplicación del principio de trabajos virtuales.
- Resolución de estructuras hiperestáticas por el método de las fuerzas.
- Resolución de estructuras hiperestáticas por el método de ángulos de giro.

De este modo se han creado 4 colecciones de ejercicios compuestas por 52 ejemplos diferentes, lo que en global se ha materializado en 216 ejercicios de teoría de estructuras relacionados con los 4 bloques fundamentales de la asignatura.

Por otro lado, los profesores de la asignatura han observado que los alumnos han realizado un seguimiento de la asignatura de manera constante, lo cual se ha visto reflejado en un claro incremento de las tutorías espaciadas durante el curso y no concentradas en la fase final del mismo, como ocurría en años anteriores.

Cabe destacar que los alumnos han presentado enunciados complejos que en muchos casos estaban por encima de las exigencias planteadas y de los objetivos esperados en la asignatura, lo que ha contribuido positivamente a un aumento del nivel de conocimientos adquirido por los alumnos.

## **Conclusiones**

Las principales conclusiones de este trabajo son:

- Se ha conseguido que el grupo de alumnos persiga la ampliación de la colección de ejercicios de la asignatura como un objetivo común y que compartan recursos e información de manera eficiente (interdependencia positiva).
- Se ha observado que los alumnos se ayudan unos a otros en el proceso de aprendizaje de manera eficiente durante las fases de resolución y (sobre todo) de revisión de los ejercicios (promoción de la interacción).
- Se ha potenciado la conciencia de responsabilidad individual de cada grupo en el aporte en el proceso de aprendizaje colaborativo (responsabilidad individual), lo cual en algunos casos ha conducido a un incremento del nivel de la asignatura en un exceso de exigencia propia por parte de los alumnos.
- Se ha favorecido la relación de cooperación entre los estudiantes, potenciando la capacidad de estos para dar y recibir comentarios y críticas sobre sus ejercicios de manera sana y enriquecedora (interacción positiva).
- Se ha aprovechado el trabajo de los alumnos fuera y dentro del aula de manera positiva, alcanzando un mayor impacto del esfuerzo de los mismos sobre el material disponible para el estudio.
- Se ha conseguido un seguimiento de la asignatura de manera constante, lo cual se ha visto reflejado en un claro incremento de las tutorías espaciadas durante el curso.
- Se ha creado una colección de ejercicios resueltos para la asignatura, que servirá de material de estudio tanto para los alumnos que han intervenido en el proyecto como para las promociones posteriores.

- Se trata de una metodología basada en un modelo de aprendizaje colaborativo que es general y aplicable a cualquier tipo de enseñanza técnica, es decir, es transversal y extendible a cualquier asignatura. En este trabajo se ha presentado únicamente un ejemplo de implementación en una asignatura concreta relacionada con la Teoría de Estructuras.

## **Referencias**

Alberto Collazos, C., Guerrero, L., Vergara, A. (2018). Aprendizaje Colaborativo: Un cambio en el rol del profesor.

Calzadilla, M. E. (2002). *Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación*. Revista Iberoamericana De Educación, 29(1), 1-10

Glasser W., *Control Theory in the classroom*. New York: Harper & Row.

Johnson, D. W., Johnson, R., & Holubec, E. (1993). *Circles of learning (4th ed.)*. Edina, MN: Interaction Book Company.

Vigotsky, L. S. (1979): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Madrid, Editorial Grijalbo

Wilson, (1995). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza*. Madrid, Paidós.