



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



innovación + docencia + técnica



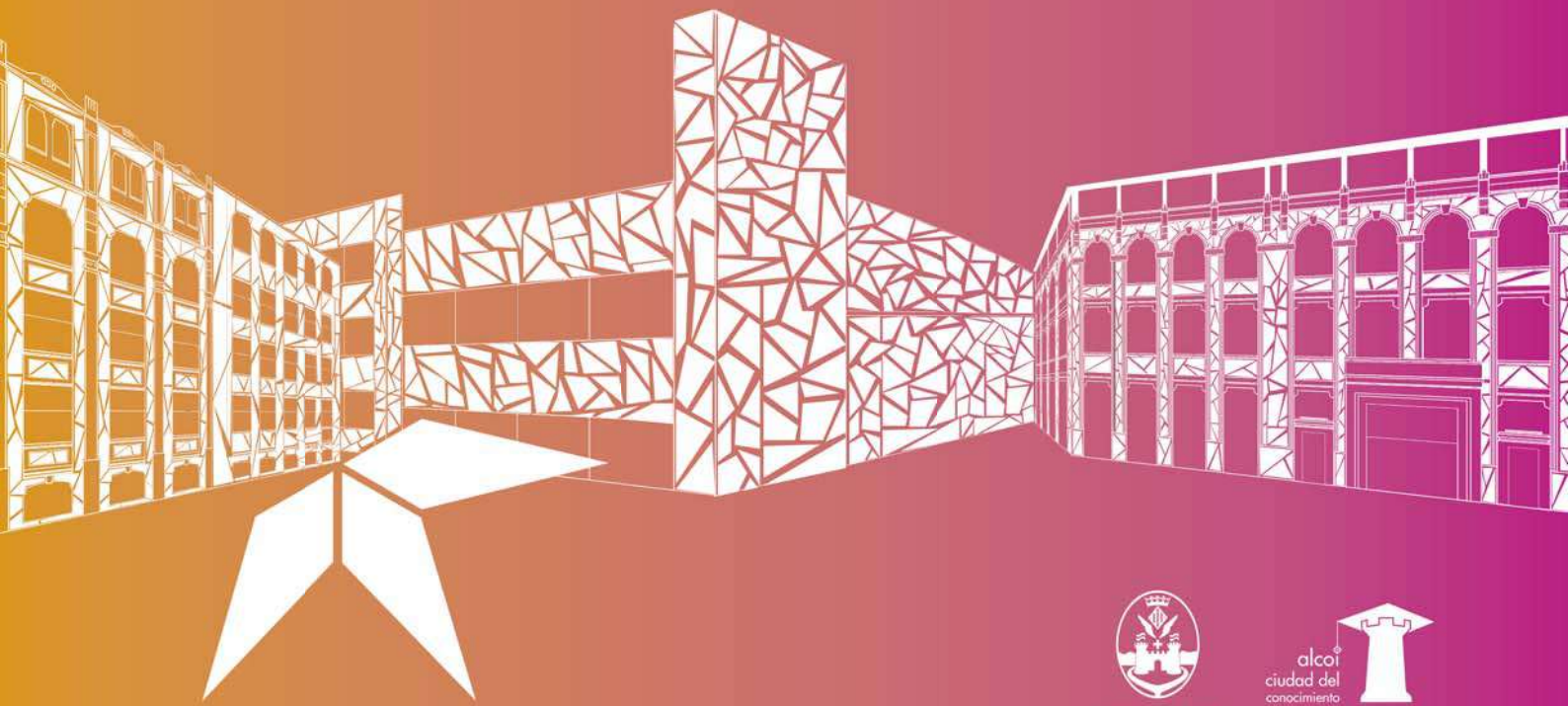
CONFERENCIA DE DIRECTORES
DE ESCUELAS DE INGENIERIA
DE AMBIENTE INDUSTRIAL

ALCOI

CUIEET

XXVII congreso nacional

innovación + docencia + técnica



Ajuntament d'Alcoi



alcoi
ciudad del
conocimiento

IBERIA  renfe  avis budget group

iPYC
INSTRUMENTO DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN



Mutua
Levante
SEGUROS

Libro de Actas



ACTAS
Vigésimoséptimo 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 Mula¹

Manuel Díaz-Madroño¹

Raquel Sanchis¹

M^a Ángeles Bonet²

Anna Aguilar³

¹Departamento de Organización de Empresas

²Departamento de Ingeniería Textil y Papelera

³Instituto 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

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 Escuder 381

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 Politècnica 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



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@dimmm.upv.es; rbalart@mcm.upv.es

Universitat Politècnica 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, transversal 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.

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 construcción.

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

y una comprensión más completa y transversal. Para ello, la visión 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 inconvenientes, 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).

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 creatividad 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.	Resistencia 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 adquisición de esos conocimientos, pero de una forma global, interrelacionada y con el mismo objetivo.

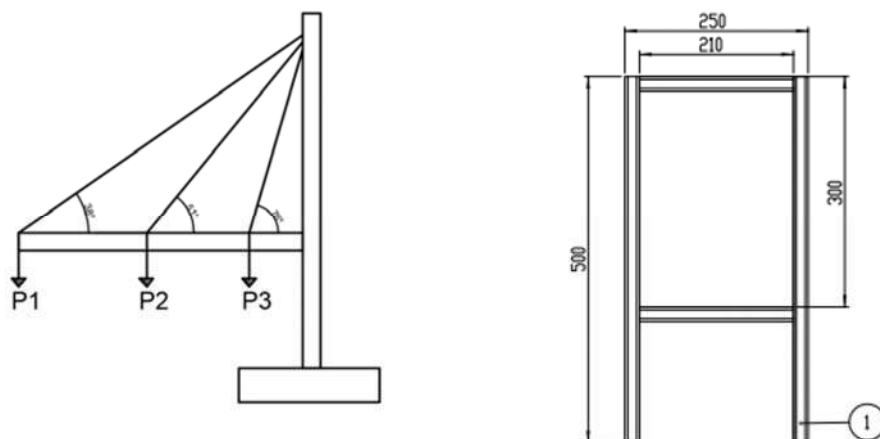


Figura 1. Diseño del puente elegido para la realización del proyecto.

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 utilizar 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

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 distintos 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.

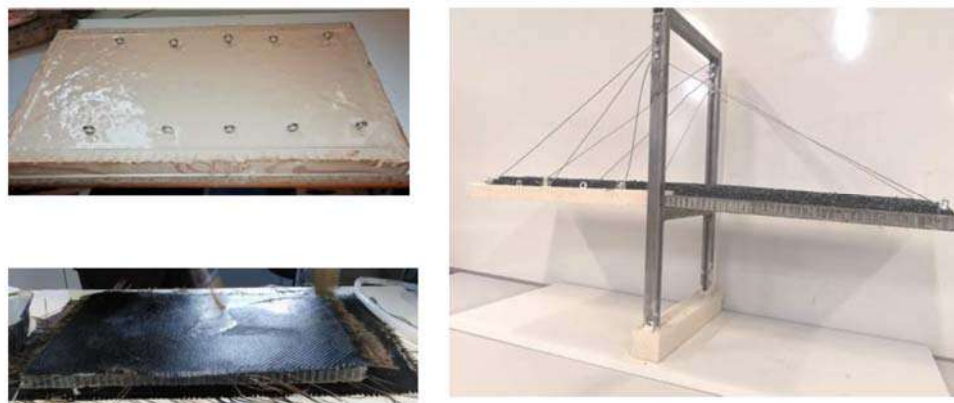


Figura 2. Imagen de partes del prototipo y del prototipo del puente finalizado.

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 asignatura.

Tipo de material	Contenido
Prueba evaluación Tipo Test (Contenidos teóricos)	40%
Proyecto de la asignatura	Prototipo 25%
	Memoria proyecto 20%
	Presentación del Proyecto 15%

5. Conclusiones

La aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos para la asignatura 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 aplicación 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



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



innovación + docencia + técnica



CONFERENCIA DE DIRECTORES
DE ESCUELAS DE INGENIERIA
DE AMBITO INDUSTRIAL



Ajuntament d'Alcoi



IBERIA  renfe

avis budget group

iPYC
INGENIEROS DE CALIDAD Y PRODUCCION



Mutua
Levante
SEGUROS