

09-010

## **SIMULATION OF PROFESSIONAL EXPERIENCES IN THE DESIGN, PROCUREMENT AND CONSTRUCTION PHASES THROUGH PROJECT-BASED LEARNING**

*García-Segura, Tatiana <sup>(1)</sup>; Montalbán-Domingo, Laura <sup>(1)</sup>; Sanz, M. Amalia <sup>(1)</sup>; Pellicer, Eugenio <sup>(1)</sup>; Catalá, Joaquín <sup>(1)</sup>*

<sup>(1)</sup> Universitat Politècnica de València

Traditional learning techniques have shown that these do not encourage engineering students to develop their skills. Instead, Project Based Learning (PBL) methodology involves students in problem design and resolution, giving students the opportunity to work autonomously in the development of real projects. This communication presents a teaching innovation project whose objective is to implement the PBL methodology in three courses of Civil Engineering Degree: Projects, Occupational Risk Prevention and Work Organization, and Business Management. For this purpose, engineer's professional experiences are simulated during the infrastructure life-cycle, such as the design of a solution and the development of a design project, its procurement process, and the subsequent planning of the construction work. The results highlight that students successfully achieved the generic competences and learning outcomes, especially the learning outcome related to the creativity and design. In addition, students consider that they have improved their ability to design thanks to the change in methodology.

*Keywords: Project Based Learning; design; procurement; planning*

## **SIMULACIÓN DE EXPERIENCIAS PROFESIONALES EN LAS FASES DE DISEÑO, CONTRATACIÓN Y CONSTRUCCIÓN MEDIANTE EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS**

Se ha demostrado que las técnicas tradicionales de aprendizaje no consiguen motivar a los estudiantes de ingeniería a desarrollar sus habilidades. En cambio, la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) involucra a los estudiantes en el diseño y resolución de problemas, dando a los estudiantes la oportunidad de trabajar autónomamente en el desarrollo de proyectos reales. Esta comunicación presenta un proyecto de innovación docente cuyo objetivo es implantar la metodología de ABP en tres asignaturas del Grado en Ingeniería Civil: Proyectos, Prevención de Riesgos Laborales y Organización de Obras, y Gestión de Empresas. Para ello se simulan experiencias profesionales de un ingeniero durante el ciclo de vida de la infraestructura, como es el diseño de la solución y la elaboración de un proyecto constructivo, su proceso de contratación y la posterior planificación de la obra. Los resultados destacan que los estudiantes alcanzaron con éxito las competencias transversales y los resultados de aprendizaje, especialmente el resultado de aprendizaje relacionado con la creatividad y el diseño. Asimismo, los estudiantes consideran haber mejorado su capacidad para hacer un proyecto gracias al cambio de metodología.

*Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos; diseño; contratación; planificación*

Correspondencia: Tatiana García Segura tagarse@upv.es



©2020 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

Muchos autores afirman que las técnicas tradicionales de aprendizaje basadas en clases magistrales resultan ineficaces para motivar a los estudiantes y acercarlos a situaciones próximas a su futuro profesional (Goedert et al., 2011; Sik et al., 2016). Para solucionar este problema, se han empezado a utilizar modelos de aprendizaje más activos en los que el estudiante es el protagonista de su aprendizaje (López-Querol et al., 2015). Estos modelos se acercan más al modo de actuar durante el ejercicio de la profesión; es decir, se parte de un problema o desafío concreto para llegar a una solución pasando por un proceso de aprendizaje. Dentro de este conjunto de modelos de aprendizaje se encuentra el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). El ABP se caracteriza por la elaboración de un proyecto que dé respuesta a un problema real. Se ha demostrado que el ABP facilita la integración de la teoría con la actividad profesional (Barbosa Da Silva et al., 2018). Las actividades centrales del ABP están ligadas a la transformación y construcción del conocimiento. El ABP involucra a los estudiantes en el diseño, resolución de problemas, toma de decisiones y actividades de investigación, dándoles la oportunidad de trabajar autónomamente en la obtención de proyectos reales (Jones, Rasmussen & Moffitt, 1997).

Los ingenieros civiles deben preparar, contratar, ejecutar y entregar diferentes productos durante el ciclo de vida de una infraestructura, como un estudio previo (en fase de viabilidad), un proyecto (en fase de diseño), una obra (en fase de construcción) o la gestión de una infraestructura (en fase de explotación) (Pellicer, Al-Shubbak & Catalá, 2012). Para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en ingeniería civil y la adquisición de competencias, se propone un proyecto de innovación docente que afecta a tres asignaturas ligadas al Área de Proyectos de Ingeniería Civil de la Universitat Politècnica de València. El proyecto de innovación docente propone un ABP para simular una experiencia profesional completa de un ingeniero durante el ciclo de vida de la infraestructura, como es el diseño de la solución y la elaboración de un proyecto constructivo, su proceso de contratación y la posterior planificación de la obra antes del inicio de su construcción. Este cambio metodológico pretende aproximar a los estudiantes al contexto real de la ingeniería civil, centrándose en el análisis y resolución de problemas, y alejándose de la enseñanza deductiva y la clase magistral. Además, el ABP permite trabajar con problemas multidisciplinares (Steinemann, 2003), como es el caso de las asignaturas de esta área de conocimiento. Por ello, se considera que esta metodología es la más adecuada para conseguir que los estudiantes adquieran las competencias generales y transversales relacionadas con esta disciplina.

## 2. Objetivo de la innovación docente

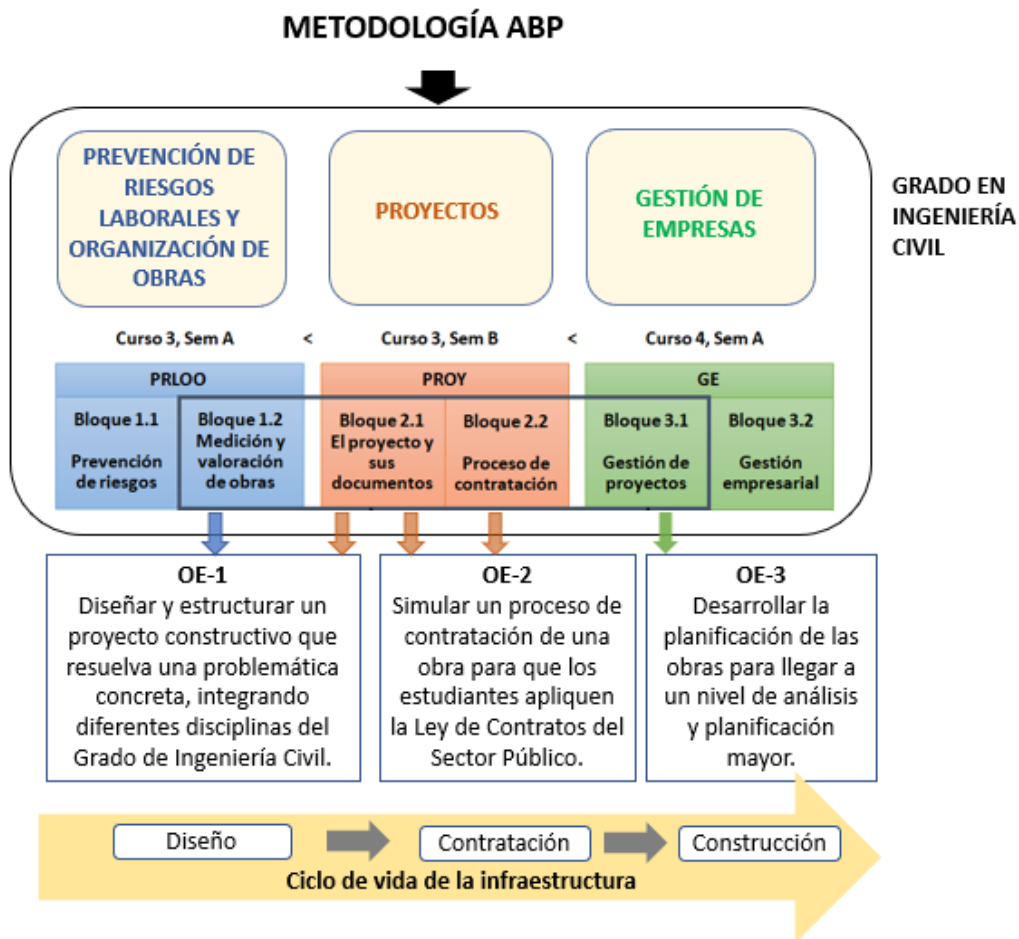
Esta comunicación se enmarca en un proyecto de innovación docente cuyo objetivo es integrar la metodología de ABP en tres asignaturas ligadas al Área de Proyectos de Ingeniería, de modo que los estudiantes desarrollen los documentos necesarios para definir el diseño mediante el desarrollo (parcial) de un proyecto constructivo, contratar la ejecución de la obra y, finalmente, planificar la misma antes de su inicio. Para alcanzar el objetivo general se establecen tres objetivos específicos:

- OE-1. Diseñar y estructurar un proyecto constructivo que resuelva una problemática concreta, integrando diferentes disciplinas del Grado en Ingeniería Civil.
- OE-2. Simular un proceso de contratación de una obra para que los estudiantes apliquen la Ley de Contratos del Sector Público.

- OE-3. Desarrollar la planificación de las obras para llegar a un nivel de análisis y planificación mayor.

Estos objetivos específicos tienen una correspondencia directa con las actividades que realiza un ingeniero a lo largo del ciclo de vida de una infraestructura. Para conseguir los objetivos se implanta un cambio de metodología en las asignaturas: Prevención de Riesgos Laborales y Organización de Obras (PRLOO), Proyectos (PROY) y Gestión de Empresas (GE) del Grado en Ingeniería Civil. En concreto, se diseñan actividades en cuatro de los bloques en los que se dividen las asignaturas (Figura 1), con el objetivo de simular las tareas reales que realizaría un ingeniero en su vida profesional, siguiendo el mismo orden cronológico que tiene lugar en la realidad tomando como referencia temporal el ciclo de vida de la infraestructura. De esta forma, se consigue enriquecer y mejorar la calidad del aprendizaje para que los estudiantes adquieran tanto las competencias generales y transversales propias de esta área de conocimiento.

Figura 1: Objetivos específicos de la innovación docente



### 3. Diseño de actividades

Para alcanzar el OE-1 se diseñan actividades en las asignaturas PRLOO y PROY. En PRLOO se explica el proyecto que van a resolver a lo largo de las tres asignaturas. En el bloque 1.2 de esta asignatura, los estudiantes identifican las unidades de obra y elaboran

un ejemplo de presupuesto que se utiliza en el siguiente cuatrimestre. En la siguiente asignatura, PROY, los estudiantes idean una solución que desarrollan en un proyecto constructivo. En grupos de 4-5 personas, los alumnos realizan un estudio de soluciones a partir de las soluciones individuales de cada uno de ellos. A continuación, redactan parte de un proyecto constructivo en el que, como mínimo, se pide: (1) índice completo del proyecto; (2) desarrollo de cuatro apartados y de un anejo del documento nº 1: memoria; (3) definición de cuatro planos del documento nº 2: planos; y (4) desarrollo de tres artículos completos del documento nº 3: pliego de prescripciones técnicas particulares.

El OE-2 se alcanza con la simulación de un proceso de contratación durante el desarrollo del bloque 2.2. Los estudiantes se ponen en el lugar de una empresa consultora o constructora, según se decida, y presentan la información requerida en la licitación. Se pide que redacten un índice del contenido de los sobres que deben presentar en la licitación y desarrollen dos apartados, como mínimo.

Finalmente, para conseguir el objetivo OE-3, los estudiantes deben planificar la ejecución de la obra y elaborar un programa de trabajo detallado simulando las tareas de un jefe de obra en el arranque de la construcción. Esta última actividad tiene lugar en la asignatura GE. Para ello, los estudiantes parten del proyecto realizado en PROY y redactan un proyecto dando respuesta a los siguientes puntos: (1) datos de la obra; (2) programación de la obra detallando la estructura de desglose de tareas, la programación temporal, y los hitos de facturación; y (3) el equipo de trabajo.

Este proyecto de innovación docente tiene una duración de dos cursos académicos. Dado que el cambio sustancial se produce en la asignatura PROY, se decidió realizar una prueba piloto en esta asignatura durante el primer curso académico.

### **3. Prueba piloto**

El proyecto piloto se realizó durante el curso 2018-2019 en la asignatura PROY. Los estudiantes debían elaborar parte de un proyecto constructivo para la ejecución de un paseo marítimo sobre un contradique con el objetivo de mejorar la fachada portuaria y permitir el disfrute de los ciudadanos. Se definieron siete resultados de aprendizaje, que serían evaluados mediante el proyecto final y la exposición. La correspondencia entre los resultados de aprendizaje las evidencias se muestra en la Tabla 1.

Dado que la asignatura PROY es punto de control de tres competencias transversales, se definieron las técnicas siguientes para su evaluación:

- CT05. Diseño y proyecto. Evaluación mediante los resultados de aprendizaje R1, R2, R3, R5 y R6.
- CT06. Trabajo en equipo y liderazgo. Coevaluación por parte de los estudiantes mediante el reparto de 100 puntos entre los miembros del grupo según su participación e implicación. También se valora el trabajo en clase y la exposición final.
- CT12. Planificación y gestión del tiempo. Evaluación mediante cronogramas. Los estudiantes deben planificar y controlar las tareas necesarias para la realización del proyecto mediante un cronograma. También se tienen en cuenta los plazos en la entrega y exposición final.

En los puntos siguientes se muestran los resultados de evaluación de la prueba piloto, la encuesta realizada y la valoración final realizada por los profesores.

**Tabla 1: Resultados de aprendizaje y evidencias**

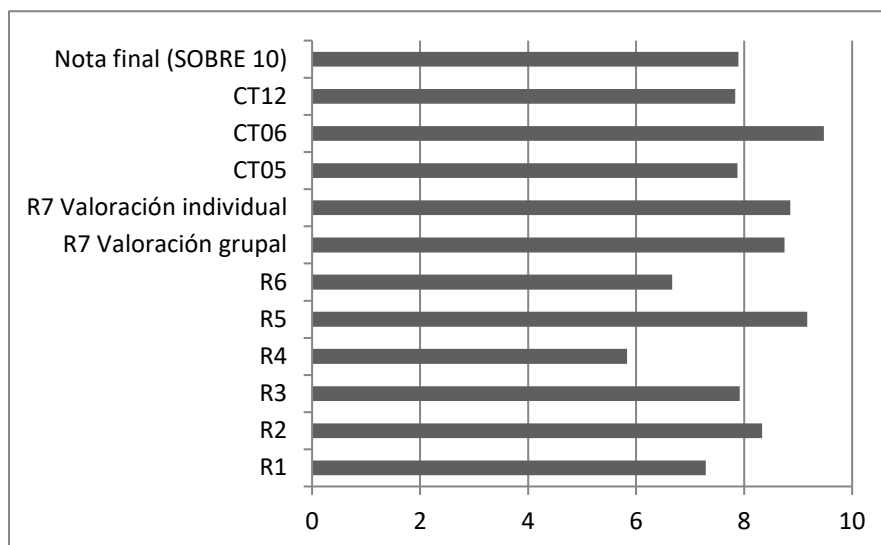
<b>Resultados de aprendizaje</b>	<b>Evidencias</b>
R1. Define y argumenta su solución y el proceso llevado a cabo hasta alcanzarla. 0.5 puntos	Desarrollo de la solución individual
R2. Analiza la problemática y diseña la solución bajo las condiciones de contorno adecuadas. 0.5 puntos	Estudio soluciones del proyecto
R3. Argumenta y decide la mejor solución constructiva. 1 punto	Estudio soluciones del proyecto
R4. Aplica los contenidos vistos en clase. 1 punto	Todo el proyecto
R5. Diseña una solución correcta y completa. 2 puntos	Exposición
R6. Muestra un proyecto completo que recoge toda la información necesaria. 3 puntos	Todo el proyecto
R7. Explica la solución de una manera clara y convincente. 2 puntos	Exposición

### 3.1 Resultados de evaluación

Se decidió que el proyecto piloto tuviera un carácter optativo, dando libertad a los estudiantes para realizarlo y subir nota. Como resultado, los 64 estudiantes matriculados comenzaron el proyecto, pero finalmente solo 24 estudiantes entregaron el proyecto completo. A pesar de estar muy motivados y participativos con el cambio de metodología, la alta carga de trabajo durante las últimas semanas del curso hizo que se centraran en trabajos obligatorios de otras asignaturas.

En la Figura 2 se muestran la nota media final y las notas medias de cada competencia transversal (CT) y resultado de aprendizaje (R). Los resultados de aprendizaje con menor nota fueron “R4. Aplica los contenidos vistos en clase” y “R6. Muestra un proyecto completo que recoge toda la información necesaria”. Se deduce que los estudiantes no repasaron los contenidos vistos en clase para elaborar el proyecto y no llegaron a presentar el proyecto con toda la información que se pedía por falta de tiempo. El resultado con mejor valoración fue “R5. Diseña una solución correcta y completa”. La fase de creatividad y diseño fue la más motivadora para los estudiantes, además de coincidir con las primeras semanas del curso, y eso se reflejó en los resultados. También se puede concluir que los estudiantes alcanzaron con éxito las competencias transversales, especialmente la “CT06. Trabajo en equipo y liderazgo”.

**Figura 2: Nota media final y notas medias de cada competencia transversal y resultado de aprendizaje**



Nota: R1 es define y argumenta su solución y el proceso llevado a cabo hasta alcanzarla, R2 es analiza la problemática y diseña la solución bajo las condiciones de contorno adecuadas, R3 es argumenta y decide la mejor solución constructiva, R4 es aplica los contenidos vistos en clase, R5 es diseña una solución correcta y completa, R6 es muestra un proyecto completo que recoge toda la información necesaria, R7 es explica la solución de una manera clara y convincente, CT05 es diseño y proyecto, CT06 es trabajo en equipo y liderazgo, y CT12 es planificación y gestión del tiempo.

### 3.2 Resultados de la encuesta

Para conocer la opinión de los estudiantes y definir el proyecto del curso 2019-2020, se elaboró una encuesta para evaluar el grado de satisfacción de los estudiantes respecto a la asignatura y la enseñanza basada en proyectos. Esta encuesta permitió analizar los puntos fuertes y aspectos a mejorar. La encuesta se estructuró en cuatro bloques:

- Bloque I. Efectividad de la parte de teoría de la asignatura. Preguntas evaluables mediante escala Likert de 5 puntos:
  - P<sub>1</sub>. La parte teórica de la asignatura ha sido motivadora
  - P<sub>2</sub>. La parte teórica de la asignatura me ha ayudado a reflexionar sobre la complejidad de desarrollar un proyecto que se ajuste a las limitaciones y demandas del promotor
  - P<sub>3</sub>. La parte teórica de la asignatura ha favorecido el desarrollo de mis habilidades creativas
  - P<sub>4</sub>. La parte teórica de la asignatura me ha ayudado a enfrentarme a la resolución de problemas
  - P<sub>5</sub>. La parte teórica de la asignatura me ha ayudado a entender el proceso proyecto-construcción.
- Bloque II. Efectividad del aprendizaje basado en proyectos. Preguntas evaluables mediante escala Likert de 5 puntos:
  - P<sub>6</sub>. El trabajo ha sido motivador
  - P<sub>7</sub>. El trabajo me ha ayudado a reflexionar sobre la complejidad de desarrollar un proyecto que se ajuste a las limitaciones y demandas del promotor

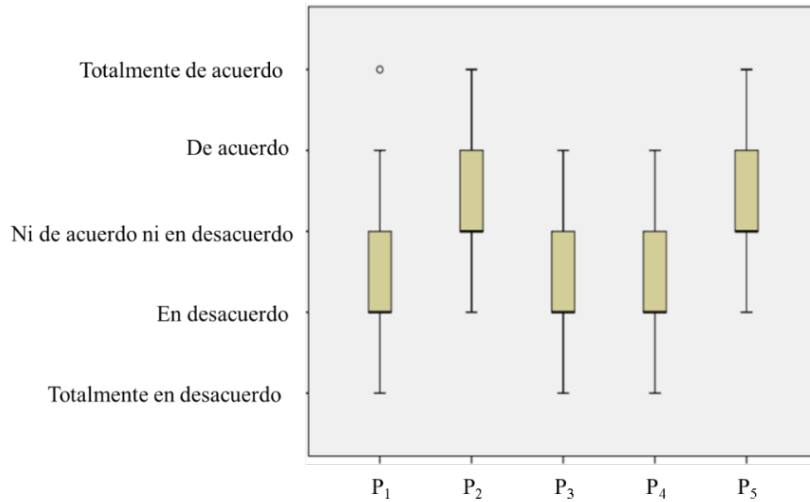
- P<sub>8</sub>. El trabajo me ha ayudado a repasar y entender los conceptos vistos en clase
- P<sub>9</sub>. El trabajo ha favorecido el desarrollo de mis habilidades creativas
- P<sub>10</sub>. El trabajo me ha ayudado a enfrentarme a la resolución de problemas
- P<sub>11</sub>. El trabajo me ha ayudado a entender el proceso proyecto-construcción
- P<sub>12</sub>. El trabajo ha favorecido el desarrollo de mis habilidades expositivas.
- Bloque III. Experiencias de aprendizaje. Preguntas evaluables mediante escala Likert de 5 puntos:
  - P<sub>13</sub>. En general, estoy satisfecho con el aprendizaje basado en proyectos
  - P<sub>14</sub>. Después de ver la teoría de la asignatura proyectos, me siento capaz de realizar un proyecto
  - P<sub>15</sub>. Después de hacer el trabajo de la asignatura proyectos, me siento capaz de realizar un proyecto.
- Bloque IV. Sugerencias y necesidades detectadas. Preguntas de respuesta abierta:
  - P<sub>16</sub>. ¿El número de horas de trabajo en clase ha sido adecuado?. Argumenta tu respuesta.
  - P<sub>17</sub>. Durante las horas de trabajo en clase, ¿has detectado alguna deficiencia en cuanto a la interacción con el profesor, falta de recursos informáticos, el enfoque de la clase...?. Argumenta tu respuesta,
  - P<sub>18</sub>. Respecto a las clases de teoría, ¿crees que las horas y la metodología han sido adecuadas?. Argumenta tu respuesta,
  - P<sub>19</sub>. ¿Qué parte del trabajo te ha parecido más interesante?. Argumenta tu respuesta.
  - P<sub>20</sub>. Respecto al trabajo, ¿qué opinas de su extensión, su valoración, de la información aportada para el desarrollo del mismo, etc.?. Argumenta tu respuesta.

A continuación, se muestran los resultados de cada bloque.

### **Bloque I**

La Figura 3 muestra la distribución de las valoraciones de los 24 estudiantes que participaron en el proyecto. Como se puede observar, existe gran variabilidad en las valoraciones. Si analizamos las medianas vemos que los estudiantes están en desacuerdo con que la asignatura sin trabajo ha sido motivadora (P<sub>1</sub>), la asignatura sin trabajo ha favorecido el desarrollo de mis habilidades creativas (P<sub>3</sub>) y la asignatura sin trabajo me ha ayudado a enfrentarme a la resolución de problemas (P<sub>4</sub>). Por otra parte, la mediana obtiene una valoración de “ni de acuerdo ni en desacuerdo” en las preguntas sobre si la asignatura sin trabajo me ha ayudado a reflexionar sobre la complejidad de desarrollar un proyecto que se ajuste a las limitaciones y demandas del promotor (P<sub>2</sub>) y la asignatura sin trabajo me ha ayudado a entender el proceso proyecto-construcción (P<sub>5</sub>). Estos resultados destacan la necesidad de implantar la docencia basada en proyectos con el objeto de mejorar la comprensión de los conceptos teóricos y fortalecer la adquisición de conocimiento, al mismo tiempo que se motiva al alumno realizando proyectos cercanos a la vida profesional.

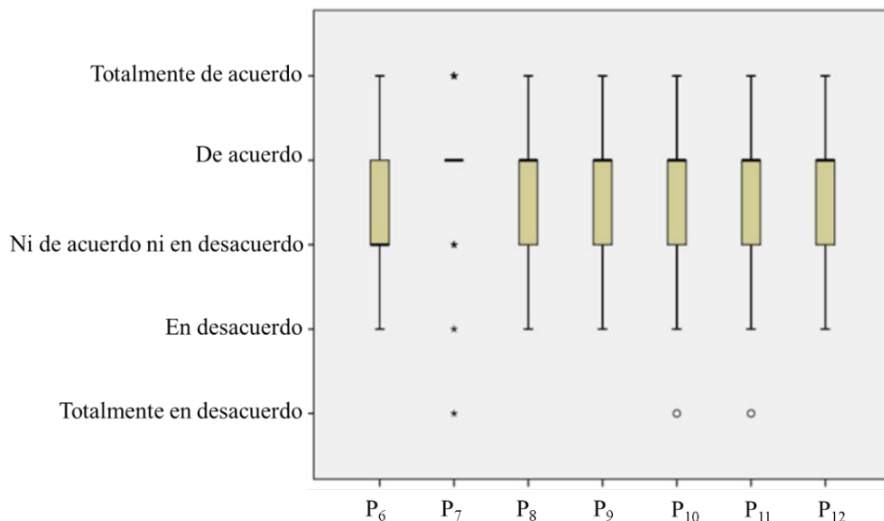
**Figura 3: Valoraciones de los estudiantes en el bloque I**



## Bloque II

En este bloque se evalúa la efectividad del aprendizaje basado en proyectos. Como se observa en la Figura 4, las valoraciones han aumentado considerablemente respecto a las preguntas del bloque I; las medianas asociadas a cada pregunta obtienen una valoración “de acuerdo”, a excepción de la pregunta sobre si el trabajo ha sido motivador (P<sub>6</sub>), en la que su mediana se sitúa en “ni de acuerdo ni en desacuerdo”. Por tanto, se puede afirmar que en general los estudiantes están de acuerdo sobre la efectividad del aprendizaje basado en proyectos en lo que respecta a: (1) ser conscientes de la complejidad de desarrollar un proyecto (P<sub>7</sub>); (2) repasar y entender los conceptos vistos en clase (P<sub>8</sub>); desarrollar habilidades creativas (P<sub>9</sub>); enfrentarse a la resolución de problemas (P<sub>10</sub>), entender el proceso proyecto-construcción (P<sub>11</sub>); y desarrollar sus habilidades expositivas (P<sub>12</sub>).

**Figura 4: Valoraciones de los estudiantes en el bloque II**

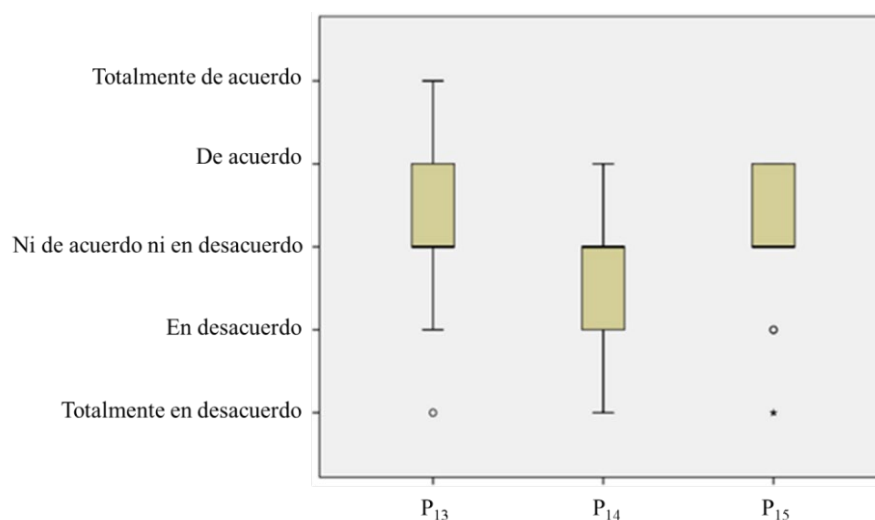




### Bloque III

Además de conocer la efectividad del aprendizaje basado en proyectos, se consideró necesario evaluar el nivel de satisfacción general de los estudiantes. La Figura 5 muestra los resultados de estas preguntas. Como se puede observar, aunque la mediana de la pregunta P<sub>13</sub> se sitúa en “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, en general los estudiantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo con el aprendizaje basado en proyectos. Además, se observa una ligera mejora en la respuesta P<sub>15</sub> respecto a la P<sub>14</sub>, resaltando que hay un mayor porcentaje de estudiantes que consideran haber mejorado su capacidad para hacer un proyecto gracias a la realización del trabajo.

Figura 5: Valoraciones de los estudiantes en el bloque III



### Bloque IV

Finalmente, en el cuestionario se plantearon un conjunto de cinco preguntas de respuesta abierta para permitir a los estudiantes aportar sugerencias y definir necesidades detectadas. Las principales conclusiones extraídas de estas preguntas son:

- El número de horas de trabajo en clase ha sido adecuado.
- Ha existido una buena interacción con los profesores de la asignatura para la elaboración del proyecto y el enfoque de las clases ha sido correcto.
- Respecto a las clases de teoría, los estudiantes solicitan la realización de ejercicios prácticos y unas clases más participativas.
- La parte del trabajo más destacada por los estudiantes ha sido la asociada a la parte creativa en la que deben plantear un conjunto de soluciones y decidir cuál de ellas es la óptima para resolver el problema o necesidad detectada.
- La extensión del trabajo ha sido correcta, así como la información entregada para el desarrollo del mismo. Los estudiantes destacan la necesidad de que la realización del trabajo sea de obligado cumplimiento para los estudiantes. Además, solicitan la realización de entregas parciales para mejorar el resultado final y tener retroalimentación por parte del profesor antes de la entrega final.

### 3.3 Valoración de los profesores

Los profesores de la asignatura realizaron un análisis final con el fin de valorar los resultados del ABP y proponer cambios para el próximo curso. La realización del proyecto supuso un incremento de carga de trabajo para los estudiantes y los profesores. Sin embargo, los resultados fueron positivos para ambas partes. Es por ello por lo que se decidió continuar con esta metodología, introduciendo una serie de cambios que se detallan a continuación: (1) el trabajo será obligatorio y tendrá un peso del 40% en la evaluación final de la asignatura; (2) se destinarán horas de clase para el trabajo en grupo, con una proporción aproximada de dos horas de trabajo por cada hora de teoría; y (3) se realizarán entregas parciales con evaluación y retroalimentación para mejorar la entrega final.

## 4. Conclusiones

Esta comunicación presenta un proyecto de innovación cuyo objetivo es realizar un cambio de metodología docente para simular las fases de diseño, contratación y planificación de una obra. El proyecto de innovación docente, con duración de dos años, integra la metodología de ABP en las asignaturas: Prevención de Riesgos Laborales y Organización de Obras, Proyectos y Gestión de Empresas del Grado en Ingeniería Civil. En estas asignaturas, los estudiantes diseñan y estructuran un proyecto constructivo que resuelve una problemática concreta, simulan un proceso de contratación y planifican una obra antes de su construcción. Durante el primer curso académico, se llevó a cabo una prueba piloto en la asignatura Proyectos, cuyos resultados se muestran en este artículo. Se destaca que el resultado de aprendizaje con mejor valoración fue “R5. Diseña una solución correcta y completa” y el de peor valoración fue “R4. Aplica los contenidos vistos en clase”. Estos resultados están en concordancia con las valoraciones obtenidas en la encuesta, ya que la parte del trabajo más destacada por los estudiantes ha sido la asociada a la parte creativa y como aspecto negativo señalaron la falta de tiempo durante los últimos meses del curso. La encuesta también refleja que hay un elevado porcentaje de estudiantes que consideran haber mejorado su capacidad para hacer un proyecto gracias al cambio de metodología.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa de la Universitat Politècnica de València.

## 5. Referencias

- Barbosa Da Silva, A., Kruta de Araújo Bispo, A. C., Goncalves Rodriguez, D., & Felipe Vasquez, F. I. (2018). Problem-based learning- A proposal for structuring PBL and its implications for learning among students in an undergraduate management degree program. *Revista de Gestão*, 25(2), 160–177. <https://doi.org/10.1108/REG-03-2018-030>
- Goedert, J., Cho, Y., Subramaniam, M., Guo, H., & Xiao, L. (2011). A framework for virtual interactive construction education (VICE). *Automation in Construction*, 20(1), 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.07.002>
- Jones, B. F., Rasmussen, C. M., & Moffitt, M. C. (1997). *Psychology in the classroom: A series on applied educational psychology. Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*, American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10266-000>

- López-Querol, S., Sánchez-Cambronero, S., Rivas, A., Garmendia, M. (2015). Improving civil engineering education: Transportation geotechnics taught through project-based learning methodologies *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 141(1), 4014007. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000212](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000212)
- Pellicer, E., Al-Shubbak, A., & Catalá, J. (2012). Hacia una visión sistémica del ciclo de vida de la infraestructura. *Revista de Obras Públicas*, 3532, 41–48.
- Sik, P. C., Tuan, L. Q., Akeem, P., & Rok, L. C. (2016). Interactive building anatomy modeling for experiential building construction education *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 142(3), 4015019. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000268](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000268)
- Steinemann, A. (2003). Implementing sustainable development through problem-based learning: Pedagogy and practice. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 129(4), 216–224. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(2003\)129:4\(216\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(2003)129:4(216))

**Comunicación alineada con los  
Objetivos de Desarrollo  
Sostenible**

