









## El proyecto después del proyecto

### *The project after the project*

Juan Carlos Castro-Palacio<sup>a</sup>, Vanesa Paula Cuenca-Gotor<sup>b</sup>, Vicente Ferrando<sup>c</sup>, Marcos H. Giménez Valentín<sup>d</sup>, Alicia Herrero Debón<sup>e</sup>, Santiago Moll-López<sup>f</sup>, Juan Antonio Monsoriu<sup>g</sup>, Isabel Salinas<sup>h</sup> y Juan Ángel Sans<sup>i</sup>

<sup>a</sup>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València (ETSID-UPV) [juancas@upvnet.upv.es](mailto:juancas@upvnet.upv.es) , <sup>b</sup>ETSID-UPV [vacuego@fis.upv.es](mailto:vacuego@fis.upv.es) , <sup>c</sup>ETSID-UPV [vifermal@etsid.upv.es](mailto:vifermal@etsid.upv.es) , <sup>d</sup>ETSID-UPV [mhgimene@fis.upv.es](mailto:mhgimene@fis.upv.es), <sup>e</sup>ETSID-UPV [aherrero@mat.upv.es](mailto:aherrero@mat.upv.es) , <sup>f</sup>ETSID-UPV [sanmollp@mat.upv.es](mailto:sanmollp@mat.upv.es) , <sup>g</sup>ETSID-UPV [jmonsori@fis.upv.es](mailto:jmonsori@fis.upv.es) , <sup>h</sup>ETSID-UPV [isalinas@fis.upv.es](mailto:isalinas@fis.upv.es)  y <sup>i</sup>ETSID-UPV [juasant2@upv.es](mailto:juasant2@upv.es) 

**How to cite:** Castro-Palacio, J. C., Cuenca-Gotor, V. P., Ferrando, V., Giménez Valentín, M. H., Herrero Debón, A., Moll-López, S., Monsoriu, J. A., Salinas, I. y Sans, J. A. 2023. El proyecto después del proyecto. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16692>

---

### **Abstract**

*In this contribution a working experience with project-based learning methodology in Physics subjects is described. The strengths and weaknesses of the presented teaching innovation are analyzed and a series of improvement actions are proposed as a continuation of the project. This work has been carried out with the purpose of introducing the students to project development. The inclusion of three laboratory sessions, as an extension of the work previously developed in theory and problem-solving sessions, has allowed the students to deepen the theoretical concepts of mass geometry and its application to a “quasi-real” project. In addition, the presentation of the project through a scientific poster has facilitated the acquisition of transversal competences by the students such as application and practical thinking, teamwork, effective communication and critical thinking.*

**Keywords:** *project-based learning methodology, Physics, transversal competences, poster.*

---

### **Resumen**

*En esta aportación se describe la experiencia de trabajo mediante aprendizaje basado en proyectos en asignaturas de Física, se analizan los puntos fuertes y débiles de la innovación y se proponen acciones de mejora como continuación del proyecto. El desarrollo de este trabajo se ha llevado a cabo con el principal propósito de iniciar a los estudiantes en la realización de proyectos. La inclusión de tres sesiones de prácticas de laboratorio, como ampliación del trabajo realizado en las sesiones de teoría y prácticas en el aula, nos ha permitido profundizar en los conceptos teóricos de la geometría de masas y su aplicación a un proyecto quasi-real. Además, la presentación del proyecto a través del póster científico ha facilitado la adquisición de competencias transversales como la aplicación y el pensamiento práctico, el trabajo en equipo, la comunicación eficaz y el pensamiento crítico.*

**Palabras clave:** *aprendizaje basado en proyectos, Física, competencias transversales, póster.*

## 1. Introducción

Ahora que estamos llegando al final del desarrollo del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) “Aprendizaje Basado en Proyectos en asignaturas de Física: estudio de la geometría de masas en elementos de mobiliario”, cabe realizar una labor de análisis, revisión y reflexión, un mirar atrás en el camino recorrido para poder seguir adelante. Y es que el proyecto no acaba, solo cambia de forma y sigue avanzando.

El inicio de este PIME se gestó en la pandemia, como muchas otras acciones que hemos adquirido y llevado a cabo hasta en nuestros actos más cotidianos. Aprovechando la eliminación de unas prácticas de laboratorio, debida a la imposibilidad de su realización de manera individual, se pensó en llevar a cabo algún tipo de actividad siguiendo una estrategia metodológica que, además, nos ayudara a paliar el tedio de las prácticas de laboratorio de física convencionales y resultara más motivadora para el alumnado (Gil, 1986; Gil, 1988).

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) nos pareció la mejor opción por las implicaciones del desarrollo de un proyecto en los estudios de ingeniería, pues facilitaría, a los estudiantes de los primeros cursos, la visualización de la conexión entre la formación básica recibida, las asignaturas de cursos más altos, e incluso el futuro desempeño de su profesión. Además, el trabajo en ABP podría aportar un desarrollo de habilidades, o competencias transversales, como la autonomía en el aprendizaje, la creatividad, el trabajo colaborativo, el debate y el pensamiento crítico, la comunicación efectiva y la resolución de problemas (Fernández, 2006; Tippelt, 2001; Maldonado, 2008).

En principio, como se puede observar en el propio nombre del PIME, se ideó la actividad como desarrollo de un proyecto en elementos de mobiliario, íntimamente ligada a los estudiantes del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València. Aprovechando que el profesorado participante en el PIME también imparte docencia en dos asignaturas optativas de segundo semestre, se extendió el proyecto a las titulaciones de Grado en Ingeniería Eléctrica y Mecánica, donde se observó una alta aceptación, a pesar de no ser el diseño de mobiliario una de las salidas profesionales de estos estudios, como lo es en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial.

Como consecuencia, y viendo que podía ser fácilmente transferible a otras titulaciones que trabajaran la geometría de masas, se incorporó el desarrollo del proyecto a los estudios de Física del Grado en Ingeniería Eléctrica en el siguiente curso:

*Tabla 1. Asignaturas implicadas al inicio del PIME (curso 2020-2021)*

Nombre - código	Grado en Ingeniería...	Tipo	Curso	Sem.	ECTS	Nº estudiantes
Física - 10270	en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	Formación Básica	1	T	9	150
Física Básica para la Ingeniería - 12047	Eléctrica	Optativo	1	B	4,5	25
Complementos de Física - 12602	Mecánica	Optativo	1	B	4,5	25

Tabla 2. Asignaturas implicadas en el desarrollo del PIME (cursos 2021-2022 y 2022-2023)

Nombre - código	Grado en Ingeniería...	Tipo	Curso	Sem.	ECTS	Nº estudiantes
Física - 10270	en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	Formación Básica	1	T	9	150
Física - 11997	Eléctrica	Formación Básica	1	T	9	100

## 2. Objetivos

El objetivo principal de esta actuación es iniciar al estudiantado de primeros cursos en la realización de proyectos. Para ello se plantea un proyecto grupal en el que se lleva a cabo el diseño, y posterior estudio, de un elemento de mobiliario como punto de partida para los estudiantes del Grado en Ingeniería en Diseño, y de una estructura de sujeción de paneles fotovoltaicos para los estudiantes del Grado en Ingeniería Eléctrica.

Los objetivos específicos de la innovación son:

- Aumentar la motivación del alumnado.
- Mejorar la capacidad de aplicación de los conocimientos teóricos a la práctica.
- Fomentar la adquisición de competencias transversales como la comunicación efectiva y el pensamiento crítico.
- Cuantificar el grado de satisfacción del alumnado respecto a la actuación.

Para medir la consecución de estos objetivos se ha elaborado el material necesario (documentación de apoyo al aprendizaje, rúbricas de corrección y encuestas de satisfacción), que se ha ido modificando a lo largo de estos tres años para adecuarse satisfactoriamente a las variables a medir.

## 3. Desarrollo de la innovación

Las actividades de aprendizaje comienzan con las lecciones magistrales sobre geometría de masas que ya se venían impartiendo en los cursos anteriores. Ahora, al impartir estas lecciones en el aula de teoría, ya se le explica al estudiantado el proyecto que se va a desarrollar en las sesiones de práctica de laboratorio, de forma que se pueden introducir ejemplos en la explicación de la teoría, siendo estas sesiones más amenas y evidenciándose el aumento del interés del alumnado con su participación en la clase mediante la respuesta a las preguntas planteadas oralmente.

Al concluir la primera sesión de práctica de laboratorio, los estudiantes deben ser capaces de detallar los condicionantes de partida para el diseño de un elemento de mobiliario, o de una estructura de sujeción de paneles fotovoltaicos: materiales, densidades, formas, etc., así como de analizar estos elementos mediante la modelización del conjunto por descomposición en figuras geométricas sencillas. A pesar del gran número

de estudiantes de estas asignaturas, los grupos de práctica de laboratorio se limitan a 25 estudiantes por profesor, divididos en equipos de 5-6 integrantes, por lo que la atención recibida en estas sesiones, de 2 horas de duración, es adecuada y efectiva.

Para la presentación de esta primera parte del proyecto, que se realiza en los 10 días posteriores a la sesión presencial, el alumnado dispone de la rúbrica de corrección (figura 1) en el Lessons de Laboratorio del sitio PoliformaT de la asignatura, así como de un vídeo PoliMedia en el que se le explica la confección de tablas básicas en Excel (<http://hdl.handle.net/10251/191693>).

<b>Título de la rúbrica exportada: Rúbrica GEO 1 Física 10270</b> <b>Exportada desde el sitio: Física Diseño</b> <b>Fecha de la exportación: 14 de noviembre de 2022</b>					
<b>PRESENTACIÓN :</b> <b>0.0 points (10%)</b>  Componentes del guion, apariencia y organización.	<b>Excelente : 10 puntos</b>  Están todos los elementos requeridos. Presenta un aspecto profesional: homogeneidad, facilidad de lectura y presentación atractiva en todo el documento.	<b>Notable : 8 puntos</b>  Están todos los elementos requeridos. La presentación es correcta, aunque no profesional (distintos tipos o tamaños de letra...).	<b>Bien : 5 puntos</b>  Falta algún elemento requerido (imagen o tabla), pero la presentación del resto es correcta.	<b>Mejorable : 3 puntos</b>  Faltan varios elementos requeridos. La presentación está descuidada (imágenes y/o tablas mal insertadas...).	<b>Muy deficiente : 0 puntos</b>  No reúne los requisitos mínimos exigidos.
<b>REPRESENTACIÓN GRÁFICA :</b> <b>0.0 points (20%)</b>  Bocetos, croquis y acotación.	<b>Excelente : 10 puntos</b>  Están todos los elementos gráficos requeridos: bocetos, croquis acotados, y figuras de la descomposición acotadas y codificadas. La representación es adecuada. Presenta un aspecto profesional.	<b>Notable : 8 puntos</b>  Están todos los elementos gráficos requeridos. La representación es adecuada, aunque no profesional (no resulta atractiva).	<b>Bien : 5 puntos</b>  Falta algún elemento gráfico requerido, pero la representación del resto es adecuada.	<b>Mejorable : 3 puntos</b>  Falta algún elemento gráfico requerido. La representación NO es adecuada, por ejemplo, acotación descuidada.	<b>Muy deficiente : 0 puntos</b>  No presenta los elementos gráficos requeridos.
<b>ANÁLISIS Y MODELIZACIÓN :</b> <b>0.0 points (40%)</b>  Descomposición en figuras sencillas.	<b>Excelente : 10 puntos</b>  El elemento complejo está correctamente modelizado y desplegado. Reúne los requisitos de funcionalidad y sencillez. La presentación es profesional: codificada y clara.	<b>Notable : 8 puntos</b>  El elemento complejo está correctamente modelizado y desplegado. Reúne los requisitos de funcionalidad y sencillez. La presentación es adecuada, aunque no profesional.	<b>Bien : 5 puntos</b>  Falta alguna figura o parte del despiece, por ejemplo, falta indicar los elementos repetidos. Reúne los requisitos de funcionalidad y sencillez. La representación del resto es adecuada.	<b>Mejorable : 3 puntos</b>  El elemento NO está correctamente modelizado. Faltan varias figuras en el despiece. NO reúne los requisitos de funcionalidad y sencillez. La representación NO es adecuada (faltan códigos, es incomprensible...).	<b>Muy deficiente : 0 puntos</b>  No presenta la modelización y descomposición en figuras sencillas.
<b>DATOS : 0.0 points (30%)</b>  Datos y presentación de tablas.	<b>Excelente : 10 puntos</b>  Presentación profesional y precisa de los datos en las tablas (códigos de despiece, materiales, dimensiones, unidades...).	<b>Notable : 8 puntos</b>  Se presentan correctamente todas las tablas, aunque no de manera profesional (distintos tipos o tamaños de letra, incorrecta expresión matemática...).	<b>Bien : 5 puntos</b>  Se presentan todas las tablas, pero de forma poco clara y descuidada.	<b>Mejorable : 3 puntos</b>  Faltan datos y/o alguna tabla. La presentación es descuidada. Hay algún error o carencia de unidades.	<b>Muy deficiente : 0 puntos</b>  No presenta las tablas.

Fig. 1 Rúbrica de corrección de la primera fase del proyecto. Fuente: elaboración propia.

Antes del comienzo de la segunda sesión de laboratorio, el alumnado recibe la corrección de la primera entrega con los comentarios sobre el propio fichero, de forma que pueden ver dónde se han equivocado, por qué se han equivocado y cómo solucionar los errores. Se intenta que estos comentarios generen un feedback correctivo, pero también didáctico y sugestivo (Chi, 1996; Hattie, 2007). De hecho, normalmente se observa un aumento en el nivel de trabajo del alumnado en la siguiente sesión, con un mayor grado de implicación de los integrantes del equipo en la solución de los errores y la preparación del diseño para los posteriores cálculos.

Al concluir la segunda sesión de práctica de laboratorio, los estudiantes deben ser capaces de calcular los parámetros básicos de geometría de masas (centro de masas respecto a un sistema de referencia y momento de inercia respecto a un eje) de elementos de mobiliario o de estructuras de sujeción de paneles

fotovoltaicos, así como de comprobar la coherencia de los resultados respecto del sistema de referencia y eje seleccionados.

Con las indicaciones aportadas por el profesorado y el material facilitado en el Lessons de Laboratorio del sitio PoliformaT de la asignatura; consistente en la rúbrica de corrección de esta entrega (figura 2), unas pautas básicas y ejemplos para la composición de pósteres científicos, y un vídeo PoliMedia en el que se explica cómo escribir ecuaciones en Word (<http://hdl.handle.net/10251/191692>); deben ser capaces de elaborar un informe de comportamiento másico del elemento de mobiliario o estructura de sujeción, empleando el formato póster para su presentación, y atendiendo al uso correcto del lenguaje científico-técnico.

<b>Título de la rúbrica exportada: Rúbrica GEO 2 Física 10270</b> <b>Exportada desde el sitio: Física Diseño</b> <b>Fecha de la exportació: 14 de noviembre de 2022</b>					
<b>PRESENTACIÓN : 0.0 points (10%)</b>  Componentes del póster, apariencia y organización.	<b>Excelente : 10 puntos</b>  Están todos los elementos requeridos. Presenta un aspecto profesional: homogeneidad, facilidad de lectura y presentación atractiva en todo el documento.	<b>Notable : 8 puntos</b>  Están todos los elementos requeridos. La presentación es correcta, aunque no profesional (distintos tipos o tamaños de letra, contenido mal organizado...).	<b>Bien : 5 puntos</b>  Falta algún elemento requerido (imagen, tabla o cálculo), pero la presentación del resto es correcta.	<b>Mejorable : 3 puntos</b>  Faltan varios elementos requeridos. La presentación está descuidada (imágenes y/o tablas mal insertadas...).	<b>Muy deficiente : 0 puntos</b>  No reúne los requisitos mínimos exigidos.
<b>REPRESENTACIÓN GRÁFICA : 0.0 points (20%)</b>  Bocetos, croquis, despiece y acotación.	<b>Excelente : 10 puntos</b>  Están todos los elementos gráficos requeridos: bocetos, croquis acotados, y figuras de la descomposición acotadas y codificadas. El elemento está correctamente modelizado. Reúne los requisitos de funcionalidad y sencillez. La representación es adecuada. Presenta un aspecto profesional.	<b>Notable : 8 puntos</b>  Están todos los elementos gráficos requeridos. El elemento está correctamente modelizado. Reúne los requisitos de funcionalidad y sencillez. La representación es adecuada, aunque no profesional (no resulta atractiva).	<b>Bien : 5 puntos</b>  Falta algún elemento gráfico requerido (elemento de despiece, unidad de cotas, líneas ocultas...), pero la representación del resto es adecuada. Reúne los requisitos de funcionalidad y sencillez.	<b>Mejorable : 3 puntos</b>  Falta algún elemento gráfico requerido o alguna figura del despiece. NO reúne los requisitos de funcionalidad y sencillez. La representación NO es adecuada, por ejemplo, acotación descuidada o carencia de códigos.	<b>Muy deficiente : 0 puntos</b>  No presenta los elementos gráficos requeridos, modelización y descomposición en figuras sencillas.
<b>DATOS : 0.0 points (20%)</b>  Datos y presentación de tablas.	<b>Excelente : 10 puntos</b>  Presentación profesional y precisa de los datos en las tablas (códigos de despiece, materiales, dimensiones, unidades...).	<b>Notable : 8 puntos</b>  Se presentan correctamente todas las tablas, aunque no de manera profesional (distintos tipos o tamaños de letra, incorrecta expresión matemática...).	<b>Bien : 5 puntos</b>  Se presentan todas las tablas, pero de forma poco clara y descuidada.	<b>Mejorable : 3 puntos</b>  Faltan datos y/o alguna tabla. La presentación es descuidada. Hay algún error o carencia de unidades.	<b>Muy deficiente : 0 puntos</b>  No presenta las tablas.

*El proyecto después del proyecto*

	<b>Excelente : 10 puntos</b>	<b>Notable : 8 puntos</b>	<b>Bien : 5 puntos</b>	<b>Mejorable : 3 puntos</b>	<b>Muy deficiente : 0 puntos</b>
<b>CÁLCULOS Y RESULTADOS : 0.0 points (30%)</b>  Hipótesis de cálculo y presentación de resultados.	Exposición de las hipótesis de cálculo (ecuaciones, sistema de referencia y eje de giro). Presentación profesional del cálculo del centro de masas del elemento completo y de, al menos, un ejemplo completo de cálculo del momento de inercia de las formas geométricas del despiece. Los resultados están etiquetados correctamente con sus unidades.	Se incluyen todas las hipótesis de cálculo (ecuaciones, sistema de referencia y eje de giro). Se muestran todos los cálculos exigidos y los resultados son correctos. Los resultados están etiquetados correctamente con sus unidades.	Falta alguna de las hipótesis de cálculo (ecuaciones, sistema de referencia y eje de giro). Se muestran todos los cálculos exigidos y los resultados son correctos. Algún resultado NO está etiquetado correctamente con sus unidades.	Faltan las hipótesis de cálculo (ecuaciones, sistema de referencia y eje de giro). NO se muestran todos los cálculos exigidos y/o varios de los resultados NO son correctos. Varios resultados NO están etiquetados correctamente con sus unidades.	No se presentan los cálculos exigidos.
<b>INFORME RESUMEN : 0.0 points (20%)</b>  Descripción del proyecto realizado.	Se expone claramente el porqué de la elección del elemento y sus materiales, y las observaciones sobre las diferentes tareas realizadas (modelización, cálculos...). Se analizan los resultados obtenidos, el comportamiento del elemento y el cumplimiento de los objetivos. La presentación es profesional (de fácil lectura, sin faltas de ortografía...)	Se expone el porqué de la elección del elemento y sus materiales y las observaciones sobre las diferentes tareas realizadas (modelización, cálculos...). Se analizan los resultados obtenidos, el comportamiento del elemento y el cumplimiento de los objetivos. La presentación NO es profesional (poco homogénea, mal redactada, con faltas de ortografía...)	Se expone el porqué de la elección del elemento y sus materiales y las observaciones sobre las diferentes tareas realizadas (modelización, cálculos...) de forma poco clara. Se presenta el análisis de los resultados obtenidos, el comportamiento del elemento y el cumplimiento de los objetivos de forma poco clara.	Falta alguno de los puntos del informe.	No se presenta el informe.

*Fig. 2 Rúbrica de corrección de la segunda fase del proyecto. Fuente: elaboración propia.*

En la tercera sesión de práctica de laboratorio, los estudiantes exponen los pósteres ante el profesorado y sus compañeros (figura 3). Dada la imposibilidad de llevar a cabo la exposición de todos los equipos de trabajo en las dos horas de duración de la sesión, se divide el curso en tantos grupos como sea necesario para poder ser atendidos correctamente (4 en el caso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y 3 en el caso del Grado en Ingeniería Eléctrica). Estos grupos están formados por 6-7 equipos de trabajo y un profesor que dirige y modera la exposición.

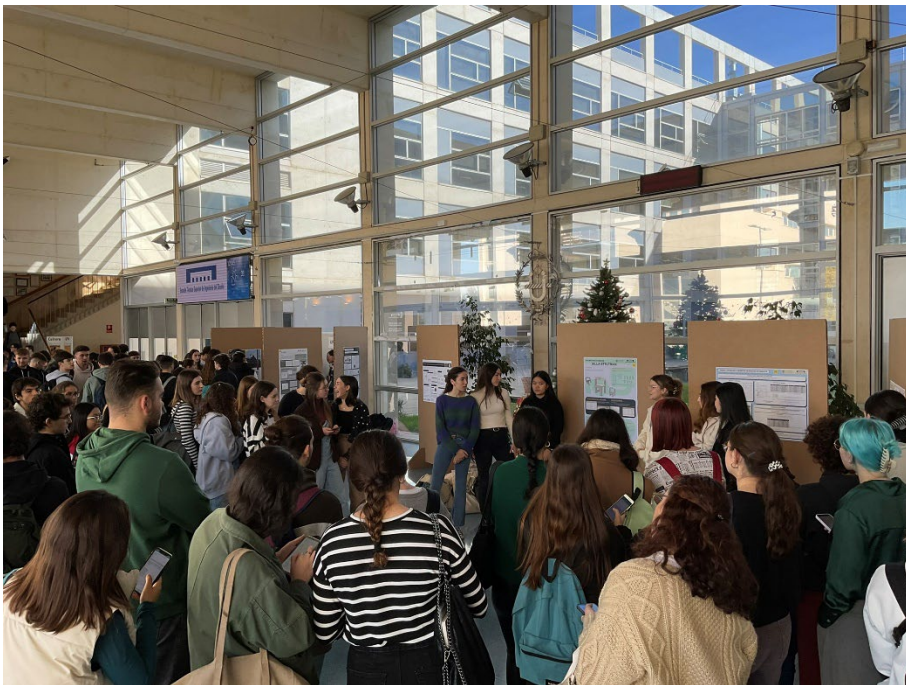




Fig. 3 Exposición de los estudiantes del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial el 22-XII-2022. Fuente: elaboración propia.

El material disponible en el sitio PoliformaT de la asignatura para el desarrollo de esta sesión consiste en un documento explicativo del procedimiento, con la rúbrica a utilizar por todos los participantes para la valoración de las exposiciones (figura 4) y los enlaces a los cuestionarios, preparados mediante formularios de Google, que se emplearán durante la sesión:

- *Votación al mejor póster*: los pósteres, impresos y colgados por el profesorado, permanecen expuestos desde dos días antes de la exposición hasta el momento de la misma, en que los estudiantes pueden retirarlos y llevárselos. Los estudiantes puntúan los pósteres con 100, 50, 10 o 0 puntos, y el equipo del póster con mayor puntuación es premiado con merchandising de la ETSID.
- *Valoración de pósteres*: los estudiantes indican en el cuestionario el número del póster que están valorando y marcan las notas que consideran convenientes en los criterios de valoración facilitados anteriormente en la rúbrica del documento explicativo. La calificación de esta fase final se obtiene realizando la media de las calificaciones indicadas por el estudiantado y el profesorado.
- *Encuesta de satisfacción del alumnado*: en la misma sesión de exposición, los estudiantes completan el cuestionario preparado a tal efecto, que contiene preguntas sobre la satisfacción con la labor realizada por el alumnado (trabajo colaborativo y proyecto), la satisfacción con la labor realizada por el profesorado, el grado de motivación, la adquisición de habilidades (toma de decisiones, resolución de problemas, aplicación y pensamiento práctico y comunicación efectiva), el tiempo empleado y la satisfacción con el tiempo empleado; y que sirve como control de asistencia a esta sesión.

Criterio	Peso (%)	10	8	5	3	0
<b>EXPOSICIÓN</b>						
Exposición oral clara (mensaje comprensible), con el ritmo adecuado y con el volumen de voz recomendable.	10					
Lenguaje corporal correcto (transmiten confianza y mantienen el contacto visual con el público).	10					
Demuestran conocimiento sobre el tema (no recurren a la lectura de contenidos y contestan claramente a las preguntas, si las hay).	20					
Todos los miembros participan en la exposición.	20					
<b>PÓSTER</b>						
El póster se entiende perfectamente.	10					
El contenido se ha distribuido adecuadamente.	10					
El diseño es original y creativo.	10					
<b>TIEMPO</b>						
Duración conforme al tiempo establecido (entre 7 y 10 minutos).	10					

Fig. 4 Rúbrica de corrección de la tercera fase del proyecto. Fuente: elaboración propia.

#### 4. Resultados

Para medir la mejora de la capacidad de aplicación de los conocimientos teóricos a la práctica, se han analizado los resultados académicos obtenidos por los estudiantes en las prácticas de laboratorio, antes de incluir el proyecto de geometría de masas y los resultados obtenidos en estas prácticas, tras el cambio por el proyecto, comparados con la calificación final de prácticas de laboratorio, con la excepción del curso actual del Grado en Ingeniería Eléctrica (figura 5), en el que aún no se ha finalizado el proyecto (se encuentran ahora en la segunda fase del mismo), y de la nota final de prácticas de laboratorio del curso actual del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial (figura 6). Como se puede observar, el cambio de las antiguas prácticas por el proyecto ha supuesto una mejora en las calificaciones obtenidas.



Fig. 5 Calificaciones de prácticas de laboratorio de los últimos cursos en el Grado en Ingeniería Eléctrica. Fuente: elaboración propia.



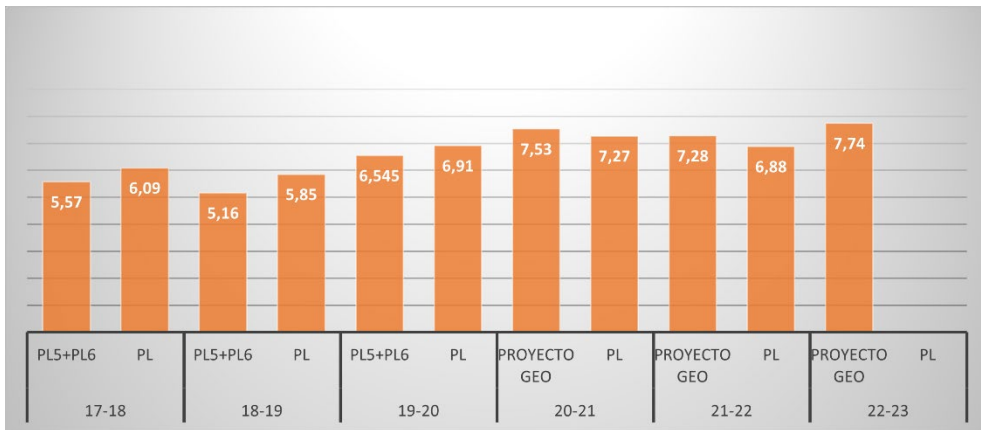


Fig. 6 Calificaciones de prácticas de laboratorio de los últimos cursos en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial.  
Fuente: elaboración propia.

Respecto a las medidas de valoración cualitativa: satisfacción del alumnado, motivación y fomento en la adquisición de competencias transversales; se exponen los resultados de la encuesta realizada este curso 2022-2023 a los estudiantes del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial, contestada por 124 estudiantes.

Para las preguntas sobre satisfacción del alumnado se ha empleado una escala lineal del 1 al 5, siendo 1 “Muy poco satisfecho” y 5 “Muy satisfecho”. En la aseveración *Grado de satisfacción con el proyecto realizado*, 84 estudiantes indican que están muy satisfechos con el proyecto, 39 están satisfechos y solo 1 estudiante se muestra indiferente. En la afirmación *Grado de satisfacción con la labor del profesorado*, 90 estudiantes se muestran muy satisfechos, 28 satisfechos y 6 indiferentes. Respecto al *Grado de satisfacción con el trabajo colaborativo realizado en el proyecto*, 90 estudiantes indican que ha sido muy satisfactorio, 22 indican haber quedado satisfechos, 11 se muestran indiferentes y 1 estudiante indica que el trabajo colaborativo no ha sido satisfactorio. Podemos considerar, pues, que la satisfacción es prácticamente total.

Además, también se sienten mayoritariamente satisfechos ante el tiempo empleado en el desarrollo de este proyecto, que ha oscilado entre las 10-20 horas semanales. En la afirmación *El tiempo de dedicación al proyecto me ha resultado adecuado*, 63 estudiantes indican que están totalmente de acuerdo, 55 están de acuerdo, 5 están indiferentes y 1 no está de acuerdo.

Al preguntar por la percepción en el fomento de las habilidades y conocimientos, empleando también una escala lineal en la que el 1 es “Totalmente en desacuerdo” y el 5 es “Totalmente de acuerdo”, ante la aseveración *La realización de las actividades del proyecto me ha ayudado en el proceso de aprendizaje de esta materia*, 83 estudiantes indican que están totalmente de acuerdo, 35 están de acuerdo, 5 se muestran indiferentes y 1 estudiante está en total desacuerdo; mientras que, ante la afirmación *La realización del proyecto me ha ayudado a mejorar mis habilidades (trabajo en grupo, toma de decisiones, resolución de problemas, comunicación gráfica y oral...)*, 82 estudiantes están totalmente de acuerdo, 33 estudiantes están de acuerdo, 8 se muestran indiferentes y 1 estudiante está en total desacuerdo. El porcentaje de estudiantes que están de acuerdo con estas afirmaciones es superior al 90%, por lo que consideramos que esta metodología cumple con nuestras expectativas al respecto.

Se puede observar también un aumento en la motivación del alumnado, respecto al trabajo desarrollado en las prácticas de laboratorio convencionales. Ante la afirmación *El trabajo en un proyecto quasi-real me ha resultado motivador*, 85 estudiantes indican que están totalmente de acuerdo, 35 estudiantes están de acuerdo y solo 4 se muestran indiferentes. Además, en la aseveración *Recomendaría esta metodología de*

*trabajo a otros estudiantes*, más del 95% de los estudiantes lo haría (87 están totalmente de acuerdo y 33 están de acuerdo, únicamente 4 se muestran indiferentes).

## 5. Conclusiones

Consideramos que la relación existente entre el elemento a diseñar en el proyecto (elemento de mobiliario o estructura de sujeción de placas fotovoltaicas) y el futuro profesional de los estudiantes, es un punto fuerte a la hora de trabajar en esta metodología. El próximo paso de nuestro equipo, ya en marcha, consiste en la ampliación de los elementos a diseñar para poder seguir con la transferencia de este proyecto al Grado en Ingeniería Mecánica y al Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Los elementos que se están barajando para ser desarrollados en los proyectos del alumnado de los grados de la rama industrial se basan en estructuras porticadas sencillas (para relacionarlas con la construcción de naves industriales) y elementos de movilidad (automóviles, ciclomotores, patinetes y bicicletas).

Otro aspecto destacable de la realización de este proyecto debiera ser el feedback que recibe el alumnado. Sin embargo, en este punto no hemos cumplido totalmente, como comenta un estudiante en el cuadro de texto libre del cuestionario, donde se les solicita que hagan *Sugerencias para mejorar el proyecto de cara a próximas ediciones*: “Una revisión del trabajo por parte del profesorado antes de la exposición final, para que luego no haya errores.” Así que debemos hacer una reflexión sobre las correcciones de las entregas y plantear una acción de mejora. En este curso hemos realizado la corrección de la primera entrega antes de que los distintos grupos tuvieran la segunda sesión de laboratorio, de forma que se ha dedicado la primera hora de esta segunda sesión a la revisión de la corrección en el aula en reuniones de unos 10 minutos con los estudiantes de cada equipo de trabajo; sin embargo, entre la segunda entrega y la exposición no hay posibilidad de una tercera entrega con la corrección del póster. La acción de mejora contemplará la corrección del póster antes de su exposición para que el feedback sea más didáctico.

En el cuadro de texto libre, otro estudiante nos ha realizado la siguiente sugerencia de mejora: “Tal vez cambiar el formato de las exposiciones. Siendo tanta gente y exponiendo en varias zonas a la vez, costaba escuchar bien a los que exponían en mi zona. Sugiero organizar el tiempo de manera que, en zonas cercanas entre sí, haya mucha diferencia de tiempo.” No podemos más que estar totalmente de acuerdo con esta sugerencia, y así lo hemos hablado ya para realizar la modificación en el calendario de las sesiones de laboratorio. Además, aprovechando este cambio de calendario, queremos mejorar también el sistema de coevaluación, el cual consideramos muy útil para la evaluación de grupos numerosos en situaciones de este tipo, con proyectos similares, que ellos puedan valorar con conocimiento, y con una exposición común.

A pesar de estas anotaciones, y a la vista de los resultados expuestos en el punto anterior, se puede concluir que la aplicación de la metodología de ABP para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de Física de los Grados en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos e Ingeniería Eléctrica, mediante la aproximación o iniciación de los estudiantes de primeros cursos a la realización de proyectos, ha sido exitosa.

## 6. Agradecimientos

Este trabajo forma parte del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa PIME/21-22/286 titulado: “Aprendizaje Basado en Proyectos en asignaturas de Física: estudio de la geometría de masas en elementos de mobiliario.”, del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de

València (Universidad Politécnica de Valencia), que es la entidad financiadora (UPV: Convocatoria de Proyectos dentro de Aprendizaje + Docencia. Proyectos de Innovación y Mejora Educativa).

## 7. Referencias

- Chi, M. T. (1996). Constructing self-explanations and scaffolded explanations in tutoring. *Applied cognitive psychology*, 10(7), 33-49. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(199611\)10:7<33::AID-ACP436>3.0.CO;2-Eopen\\_in\\_newISSN0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199611)10:7<33::AID-ACP436>3.0.CO;2-Eopen_in_newISSN0)
- Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/educatio/article/view/152>
- Gil Pérez, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), 111-121. Recuperado a partir de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50876>
- Gil Pérez, D. y Payá, J. (1988). Los trabajos prácticos de Física y Química y la Metodología científica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2 (2), 73-79. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/16033>
- Hattie, J., y Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Maldonado Pérez, M. (2008). Aprendizaje Basado en Proyectos Colaborativos: Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 14 (28), 158-180. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76111716009.pdf>
- Tippelt, R. y Lindemann, H. (2001). El método de Proyectos. Recuperado a partir de [http://132.248.239.10/cursos\\_diplomados/diplomados/basico/colima07/5\\_material\\_didactico/productos\\_didac/met-proy.pdf](http://132.248.239.10/cursos_diplomados/diplomados/basico/colima07/5_material_didactico/productos_didac/met-proy.pdf)