






## Experiencia de la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos en las prácticas de la asignatura de “Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados”

### *Application experience of Project Based Learning in the practices of the subject "Structure and Characterization Techniques of Advanced Materials"*

Daniel Garcia-Garcia<sup>a</sup>, Jaume Gomez-Caturla<sup>b</sup>, Ramon Tejada-Oliveros<sup>c</sup>, Octavio Fenollar<sup>d</sup> y Nestor Montanes<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Universitat Politècnica de València, Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), (España, [dagarga4@epsa.upv.es](mailto:dagarga4@epsa.upv.es), ) , <sup>b</sup>Universitat Politècnica de València, Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), (España, [jaugoca@epsa.upv.es](mailto:jaugoca@epsa.upv.es), ) , <sup>c</sup>Universitat Politècnica de València, Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), (España, [rateol@epsa.upv.es](mailto:rateol@epsa.upv.es), ) , <sup>d</sup>Universitat Politècnica de València, Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), (España, [ocfegi@epsa.upv.es](mailto:ocfegi@epsa.upv.es), ) y <sup>e</sup>Universitat Politècnica de València, Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), (España, [nesmonmu@upvnet.upv.es](mailto:nesmonmu@upvnet.upv.es), ) .

**How to cite:** Daniel Garcia-Garcia, Jaume Gomez-Caturla, Ramon Tejada-Oliveros, Octavio Fenollar y Nestor Montanes. 2023. Experiencia de la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos en las prácticas de la asignatura de “Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados”. 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/INRED2023.2023.16605>

---

### **Abstract**

*This work describes the implementation experience of the Project Based Learning (PBL) methodology in the subject "Structure and Characterization Techniques of Advanced Materials" of the Master's Degree in Engineering, Processing and Materials Characterization taught at the Escuela Politécnica Superior de Alcoy of the Universitat Politècnica de València. Within the framework of the ABP methodology, the students have carried out a project focused on the development and characterization of materials with low environmental impact additivated with natural compounds to improve their properties. To carry out this project, the students, in small groups, proposed the materials to be developed, processed them using common polymer transformation techniques, such as extrusion and injection molding, and characterized them mechanically, thermally, chemically and morphologically, using different characterization techniques. Finally, the students analyzed the results obtained after the materials' characterization and have expressed in a report the effect that the selected additives have had on the global properties of the materials.*

**Keywords:** *Project Based Learning (PBL), methodology, active learning, teamwork, processing, characterization, materials.*

## **Resumen**

*El presente trabajo describe la experiencia de la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la asignatura de “Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados” del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales que se imparte en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy de la Universitat Politècnica de València. En el marco de la metodología ABP los alumnos han llevado a cabo un proyecto centrado en el desarrollo y caracterización de materiales de bajo impacto medioambiental aditivados con compuestos naturales para la mejora de sus propiedades. Para realizar dicho proyecto, los alumnos, en grupos reducidos, han propuesto los materiales a desarrollar, los han procesado empleando técnicas habituales de transformación de polímeros, como el moldeo por extrusión e inyección, y los han caracterizado mecánica, térmica, química y morfológicamente, empleando para ello diferentes técnicas de caracterización. Finalmente, los alumnos han analizado los resultados obtenidos tras la caracterización de los materiales y han plasmado en un trabajo el efecto que los aditivos seleccionados han tenido en las propiedades globales de los materiales.*

**Palabras clave:** Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), metodología, aprendizaje activo, trabajo en equipo, procesado, caracterización, materiales.

## **Introducción**

La enseñanza universitaria está cambiando para convertirse en un proceso más interactivo y centrado en el estudiante, en lugar de seguir con el enfoque clásico centrado en el profesor, donde éste transmite la información y los estudiantes únicamente escuchan y toman notas. En este sentido, los nuevos métodos de enseñanza pretenden involucrar a los estudiante de una forma más activa en el proceso de aprendizaje con el fin de mejorar la adquisición de conocimientos y aumentar su motivación (Gomez-del Rio & Rodriguez, 2022).

Existen diferentes metodologías docentes que se centran en la participación activa de los estudiantes y entre cuyos objetivos están fomentar el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la creatividad. Entre dichas metodologías se encuentra el Aprendizaje Colaborativo, en el que los estudiante trabajan en grupo y se ayudan mutuamente a lograr un determinado objetivo de aprendizaje (Fu & Hwang, 2018), la metodología *Flipped Classroom*, también conocida como aula invertida, en la que los alumnos se preparan los temas de forma autónoma antes de las clases y luego utilizan el tiempo de clase para discutir y aplicar lo aprendido (Senali et al., 2022), o la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

La metodología ABP se trata de una metodología de aprendizaje activo, que tiene como objetivo involucrar a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, convirtiéndolos en los protagonistas de dicho proceso. Dicha metodología se basa en la investigación y se centra en la realización de un proyecto para resolver problemas reales (Shpeizer, 2019). Más concretamente, en la metodología ABP los estudiantes trabajan en grupos con el objetivo de abordar un problema real, para ello aplican los conocimientos y habilidades adquiridas con el objetivo de desarrollar una solución viable a dicho problema (Aksela & Haatainen, 2019). Esta metodología implica un enfoque activo y participativo de los estudiantes, los cuales deben trabajar en equipo para identificar problemas, analizarlos y resolverlos, consiguiendo con ello fomentar el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, la creatividad y la toma de decisiones, habilidades que serán de gran utilidad en su futuro académico y profesional (Toledo Morales & Sánchez García, 2018). Además de las ventajas

ya mencionadas, la metodología ABP también aumenta la participación y la motivación de los estudiantes en clase, favorece el liderazgo, desarrolla habilidades de investigación, mejora el conocimiento y el aprendizaje del campo de estudio, así como las habilidades sociales y de comunicación de los estudiantes, entre otras ventajas (Franco et al., 2016; Heydrich et al., 2010).

Debido a las numerosas ventajas que la metodología ABP presenta, los autores decidieron implementarla en la asignatura de “Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados” del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales que se imparte en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy de la Universitat Politècnica de València. En este trabajo se describe la experiencia en clase de la aplicación de la metodología ABP y se analiza la eficacia y los beneficios reales que dicha metodología aporta a los estudiantes.

## **1. Objetivos**

En el marco de la metodología ABP, el objetivo general de la presente experiencia es que los alumnos, en pequeños grupos de trabajo, lleven a cabo un proyecto de investigación centrado en el desarrollo y caracterización de nuevos materiales poliméricos de bajo impacto medioambiental. Más concretamente, el proyecto propuesto a los alumnos se centra en la mejora de las propiedades de biopolímeros mediante el empleo de aditivos de origen natural. Para ello, los alumnos, con el empleo de los equipos disponibles en los laboratorios, tienen que desarrollar y caracterizar los materiales con el fin de analizar el efecto de dichos aditivos en las propiedades mecánica, térmicas, químicas y morfológicas de los mismos.

Por otro lado, el proyecto propuesto a los alumnos en el contexto de la metodología ABP también debe cumplir una serie de objetivos parciales, como son:

- Buscar bibliografía de biopolímeros aditivados con compuestos naturales.
- Desarrollar biopolímeros aditivados con compuestos naturales mediante técnicas de procesado de polímeros.
- Caracterizar mecánicamente los materiales poliméricos desarrollados e interpretar y analizar los resultados obtenidos.
- Caracterizar térmicamente los materiales poliméricos desarrollados e interpretar y analizar los resultados obtenidos.
- Caracterizar químicamente los materiales poliméricos desarrollados e interpretar y analizar los resultados obtenidos.
- Caracterizar morfológicamente los materiales poliméricos desarrollados e interpretar y analizar los resultados obtenidos.
- Desarrollar un informe que recoja los resultados obtenidos durante la realización del proyecto, así como el análisis de éstos.

En este caso, con la implementación de la metodología ABP, se pretende que el proyecto propuesto sea el eje central de la asignatura, el cual debe nutrirse tanto de los conceptos impartidos en la Teoría de Aula como de los aprendizajes, destrezas y habilidades adquiridas en las Prácticas de Laboratorio de la asignatura.

## **2. Desarrollo de la innovación**

### **2.1. Contextualización de la asignatura**

En este caso, se ha implementado la metodología ABP en las prácticas de la asignatura de “Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados”, una asignatura de carácter obligatorio del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales que se imparte en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy de la Universitat Politècnica de València. Dicha asignatura se cursa en el primer semestre del primer curso de la titulación y tiene una carga lectiva total de 6 créditos ECTS repartidos en 3 créditos ECTS de Teoría de Aula y 3 créditos ECTS de Prácticas de Laboratorio. Con relación al número de alumnos matriculados en la asignatura, cabe señalar que, durante el curso 2022/2023, curso de implementación de la metodología ABP, la asignatura ha contado con un total de 26 alumnos, lo cual supone un incremento de 13 alumnos con respecto al curso anterior, 2021/2022, en el que el número de alumnos matriculados en la asignatura fue de 13.

Con respecto a la Teoría de Aula, la asignatura se divide en diferentes unidades didácticas, que son las siguientes:

- Unidad didáctica 1: Materiales avanzados en ingeniería. Estructura y aplicaciones.
- Unidad didáctica 2: Técnicas de caracterización térmica de materiales.
- Unidad didáctica 3: Técnicas de caracterización mecánica avanzada y de superficies.
- Unidad didáctica 4: Técnicas microscópicas de caracterización de materiales.

Por otro lado, cabe señalar que las Prácticas de Laboratorio, hasta el presente curso, se centraban en la explicación por parte del profesor de diferentes técnicas de caracterización de materiales y la posterior resolución de problemas por parte de los alumnos sobre las diferentes técnicas estudiadas en las prácticas. Más concretamente, en las Prácticas de Laboratorio, el profesor explicaba el funcionamiento, la preparación de muestras y el análisis de resultados de diferentes técnicas de caracterización de materiales disponibles en los laboratorios y mostraba dicho funcionamiento de forma presencial a los alumnos. Posteriormente, los alumnos, organizados por parejas, tenían que realizar informes en los que debían describir las técnicas estudiadas en las prácticas y resolver una serie de problemas propuestos por el profesor relacionados con cada una de ellas.

### **2.2. Implementación de la metodología**

Como parte de la evaluación continua de la asignatura y en el marco de la aplicación de la metodología ABP, se propuso a los alumnos de la asignatura de “Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados”, la realización de un proyecto centrado en la modificación de las propiedades de polímeros respetuosos con el medio ambiente mediante el empleo de aditivos de origen natural.

Para ello, en la primera sesión de Prácticas de Laboratorio de la asignatura, la cual tenía una duración de 4 horas, el profesor explicó a los alumnos el funcionamiento de los equipos de procesado de polímeros disponibles, como es el caso de la extrusora de doble husillo y la inyectora, así como el funcionamiento de los equipos de caracterización mecánica, térmica, química y morfológica disponibles en los laboratorios con el objetivo de que éstos se familiarizaran con los equipos que posteriormente debían emplear para el desarrollo del proyecto. En esta primera sesión también se realizó la selección de los materiales que cada uno de los grupos debía desarrollar y caracterizar en las posteriores sesiones de Prácticas de Laboratorio. Para ello, se consensuó entre el profesor y los diferentes grupos de alumnos las formulaciones que cada uno

de ellos debía estudiar en el marco de la metodología ABP. En la Tabla 1 se puede observar los diferentes trabajos desarrollados por cada uno de los grupos. En dicha tabla se muestra, para cada uno de los grupos de alumnos, el biopolímero empleado como matriz, el plastificante seleccionado para mejorar las propiedades del biopolímero seleccionado y, por último, los porcentajes de plastificante estudiados por cada uno de los grupos.

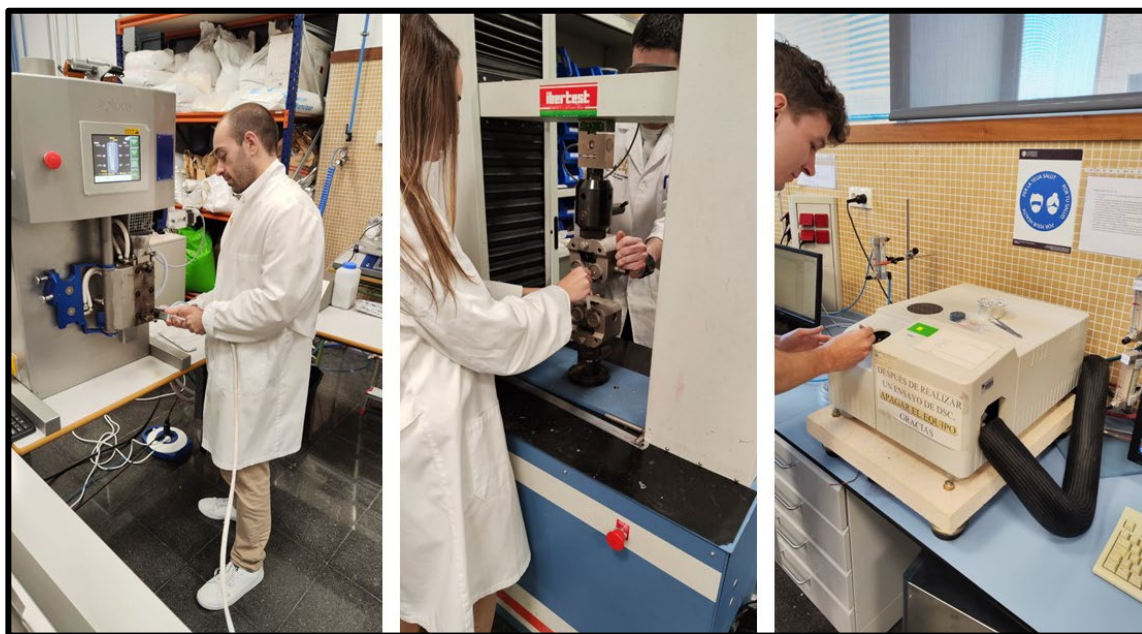
Tabla 1. Formulaciones desarrolladas por los diferentes grupos de alumnos

Grupo	Matriz polimérica	Plastificante	Contenido de plastificante (% en peso)
1	Ácido poliláctico (PLA)	Aceite de Linaza Maleinizado	0, 5, 10 y 15
2	Ácido poliláctico (PLA)	Aceite de Linaza Maleinizado	0, 20, 25 y 30
3	Ácido poliláctico (PLA)	Aceite de Linaza Epoxidado	0, 5, 10 y 15
4	Ácido poliláctico (PLA)	Aceite de Linaza Epoxidado	0, 20, 25 y 30
5	Ácido poliláctico (PLA)	Acetato de Geranilo	0, 5, 10 y 15
6	Ácido poliláctico (PLA)	Acetato de Geranilo	0, 20, 25 y 30

Una vez seleccionados los materiales que debían desarrollar y caracterizar cada uno de los grupos, en esta primera sesión práctica también se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica por parte de los alumnos, para ello utilizaron buscadores de artículos científicos, como es el caso de Google Académico, con el objetivo de obtener información acerca de los parámetros de procesado de los materiales seleccionados, así como de las condiciones necesarias para llevar a cabo cada una de las técnicas de caracterización propuestas en el proyecto.

La segunda sesión de Prácticas de Laboratorio se dedicó al desarrollo de las diferentes formulaciones de cada uno de los grupos. Para ello, cada grupo de alumnos, con las condiciones obtenidas en la búsqueda bibliográfica realizada previamente, debía, en primer lugar, realizar la mezcla del biopolímero con el plastificante mediante extrusión y, posteriormente, obtener probetas normalizadas de cada una de las formulaciones propuestas mediante moldeo por inyección. En este caso cada grupo desarrolló cuatro formulaciones diferentes, una con el biopolímero virgen, sin plastificar, y el resto con diferentes porcentajes del plastificante seleccionado, con el objetivo de poder comparar el efecto de dichos plastificantes en las propiedades del material.

El resto de las sesiones de Prácticas de Laboratorio se dedicaron a caracterizar mecánica, térmica, química y morfológicamente cada una de las formulaciones desarrolladas. Concretamente, cada uno de los grupos tuvo que caracterizar mecánicamente sus formulaciones mediante ensayos de tracción, flexión, impacto y dureza. También caracterizaron térmicamente las formulaciones mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), termogravimetría (TGA) y análisis termo mecánico dinámico (DMTA). La caracterización química de las formulaciones la realizaron mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Finalmente, los alumnos caracterizaron sus formulaciones morfológicamente mediante microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM). En la Fig. 1, se puede observar a los alumnos realizando el procesado y la caracterización de las diferentes formulaciones.



*Fig. 1. Alumnos durante el desarrollo del proyecto propuesto en la asignatura*

### **2.3. Evaluación del proyecto**

El peso del proyecto propuesto en la evaluación de la asignatura fue de un 70%, el 30% restante de la evaluación de la asignatura consistió en una prueba escrita de respuesta abierta sobre los conceptos teóricos vistos en la Teoría de Aula de la asignatura.

En este caso, el proyecto se evaluó mediante un trabajo escrito (60%) y una exposición oral (40%), pudiendo obtener como máximo una puntuación de 10. Más concretamente, los alumnos, con los resultados obtenidos tras la caracterización de los materiales, tuvieron que realizar un trabajo escrito con una estructura similar a la de un artículo científico. En dicho trabajo escrito, los alumnos debían proponer un título que resumiese el trabajo realizado y desarrollar una introducción centrada en los inconvenientes que presentan los materiales seleccionados para su trabajo. Por otra parte, debían describir de forma detallada las características técnicas de los materiales empleados, los procesos de fabricación utilizados para obtener los materiales y las técnicas de caracterización empleadas, así como evaluar, comentar y comparar los resultados obtenidos tras la caracterización de los materiales, apoyándose para ello en gráficas, tablas o imágenes con los resultados. Finalmente, el trabajo debía contener un apartado de conclusiones del trabajo realizado. Por otra parte, los alumnos también debían realizar una exposición oral del trabajo, en la que tenían que explicar los resultados más interesantes obtenidos en el proyecto realizado. Para la exposición oral cada grupo disponía de 15 minutos y debían participar en ella todos los integrantes del grupo.

## **3. Resultados**

La implementación de la metodología de ABP en la asignatura “Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados” mejoró notablemente la participación y el interés de los alumnos en las sesiones prácticas con respecto a cursos anteriores, ya que fueron ellos mismos los encargados de manipular los equipos de procesamiento y caracterización de materiales. Además, también se observó una mayor

retroalimentación entre los propios alumnos y entre éstos y el profesor, lo cual quedó evidenciado en la generación de numerosos debates durante las prácticas relacionados con el procesado y la caracterización de los materiales propuestos en el proyecto.

Por otro lado, con el objetivo de valorar el grado de satisfacción de los alumnos con la nueva metodología implementada en las prácticas de la asignatura se decidió realizar un cuestionario anónimo a los alumnos. Dicho cuestionario consistía en 8 preguntas sobre la metodología implementada en las prácticas a las que los alumnos debían responder seleccionando un valor en una escala del 1 al 5, donde el uno significaba “totalmente en desacuerdo” y el 5 “totalmente de acuerdo”. Además, en el cuestionario se incluyó una pregunta de respuesta abierta para que los alumnos indicasen que aspectos de la metodología implementada se podrían mejorar, según su punto de vista, para próximos cursos. La encuesta de evaluación contestada por los alumnos sobre la metodología ABP desarrollada en las prácticas de la asignatura se puede observar en la Fig. 2.

**Evaluación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyecto en la asignatura de "Estructuras y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados"**

Califica la siguiente información en una escala del 1 al 5, siendo:  
5 "totalmente de acuerdo" / 4 "algo de acuerdo" / 3 "indiferente" / 2 "algo en desacuerdo" / 1 "totalmente en desacuerdo".

1. ¿Consideras que la metodología ABP aumenta la autonomía del estudiante?	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
2. ¿Consideras que la metodología ABP mejora el trabajo en equipo?	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
3. ¿Consideras que la metodología ABP mejora la comunicación entre alumno y profesor?	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
4. ¿Consideras que la metodología ABP mejora la asimilación de conceptos con respecto a la clase donde se utiliza una metodología tradicional?	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
5. ¿Consideras que la metodología ABP mejora el aprendizaje del alumno con respecto a la clase donde se utiliza una metodología tradicional?	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
6. ¿Consideras que la metodología ABP mejora la implicación del alumno en la asignatura?	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
7. ¿Consideras que la metodología ABP mejora el interés del alumno por la asignatura?	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
8. ¿Estás satisfecho con la implementación de la metodología ABP en la asignatura?	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		

¿Qué aspectos de la metodología implementada en la asignatura consideras que se podrían mejorar?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fig. 2. Encuesta de valoración sobre la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos contestada por los alumnos

Los resultados de las encuestas, contestadas por la totalidad de los alumnos matriculados en la asignatura, un total de 26, se muestran en la Fig. 3.

Como se puede observar en dichos resultados, la introducción de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura ha resultado ser una experiencia positiva para los alumnos, ya que en todas las preguntas realizadas sobre las ventajas de la metodología ABP la mayoría de los alumnos ha contestado de forma positiva o muy positiva y en ninguna de ellas aparece una valoración negativa. Además, como se puede observar en las respuestas a la cuestión 8, en la cual se pregunta sobre la satisfacción de la implementación de la metodología ABP en la asignatura, todos los alumnos han indicado que están totalmente satisfechos, lo cual evidencia el éxito de la metodología implementada.

Otra información interesante obtenida a partir de los resultados de las encuestas realizadas por los alumnos es que la mayor parte de éstos considera que dicha metodología ha hecho que mejore su interés por la asignatura y también ha conseguido una mayor implicación de los alumnos en la misma. Además, 23 de los 26 alumnos, están totalmente de acuerdo en que con dicha metodología se consigue un mayor aprendizaje y una mejor asimilación de los conceptos con respecto a las clases donde se emplea una metodología tradicional.

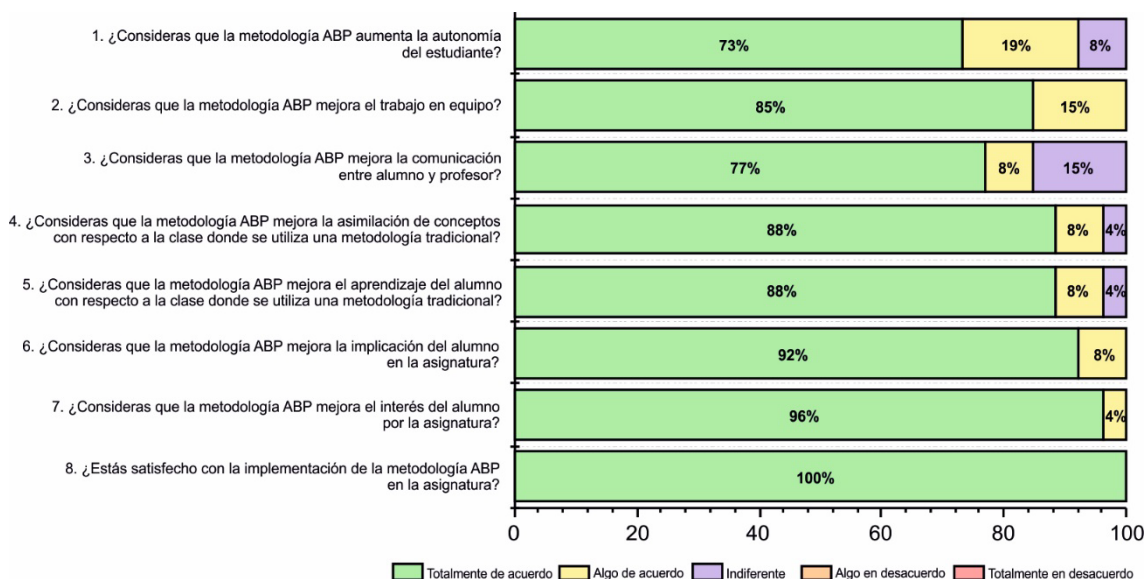


Fig. 3. Resultados de las encuestas de valoración sobre la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos implementada en la asignatura

Por otro lado, algunos alumnos contestaron a la pregunta de respuesta abierta propuesta en la encuesta, en la que se preguntaba sobre qué aspectos de la metodología implementada se podrían mejorar. Tras analizar las respuestas de los alumnos, cabe señalar que algunos de ellos coincidieron al indicar que no hubo suficiente tiempo para realizar la caracterización completa de los materiales.

## 4. Conclusiones

Mediante la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos en las prácticas de la asignatura de “Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados” del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales se ha conseguido que los alumnos investiguen,



desarrollen y ejecuten un proyecto de manera completamente autónoma, utilizando para ello los recursos disponibles en el laboratorio y con el profesor actuando únicamente como guía, intentando intervenir lo menos posible en su desarrollo. Además, la introducción de dicha metodología también ha conseguido que los alumnos trabajen en equipo con sus compañeros y exista una comunicación continua entre éstos y el profesor con el objetivo de resolver los retos y problemas que han ido apareciendo durante el desarrollo del proyecto.

Por otro lado, tal y como han demostrado las encuestas realizadas de forma anónima por los alumnos, la metodología ABP implementada ha sido muy satisfactoria. Los resultados de dicha encuesta muestran como la totalidad de los alumnos de la asignatura están muy satisfechos con la nueva metodología implementada en la asignatura, además, prácticamente todos ellos consideran que dicha metodología ha hecho que mejore su interés por la asignatura. Aparte, el proyecto propuesto en el marco de la metodología ABP ha conseguido mejorar la motivación, la implicación y la participación de los alumnos en el desarrollo de las prácticas de la asignatura. También ha surgido algún inconveniente durante la ejecución del proyecto, como es el caso de la falta de tiempo para llevar a cabo la caracterización completa de los materiales propuesta inicialmente, y que algunos alumnos han sugerido mejorar para otros años.

Finalmente, cabe destacar que la implementación de la metodología ABP en las prácticas de la asignatura "Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados" ha resultado ser una experiencia muy positiva tanto para los alumnos como para el profesor de la asignatura y se pretende mejorar y continuar con ella en los siguientes cursos.

## 5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Universitat Politècnica de València. Convocatoria A+D. Proyectos de Innovación y Mejora Educativa" a través del proyecto con referencia PIME/21-22/264. Los autores quieren agradecer a la Universitat Politècnica de València (UPV) y al Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPV por su ayuda en la formación del Equipo de Innovación y Calidad Educativa (EICE) denominado "Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA)". J. Gomez-Caturla quiere agradecer la ayuda FPI (ACIF/2021/185) financiada por la Generalitat Valenciana-GVA y la ayuda FPU20/01732 financiada por MCIN/AEI/10.13039/ 501100011033 y por ESF invierte en tu futuro. R. Tejada-Oliveros quiere agradecer a la UPV la subvención recibida a través del programa PAID-01-20.

## 6. Referencias

- Aksela, M., & Haatainen, O. (2019). Project-based learning (PBL) in practise: Active teachers' views of its' advantages and challenges. *Integrated Education for the Real World*.
- Franco, R. Z., Trejo, I. M., & Román, G. J. (2016). El aprendizaje basado en proyectos en educación superior. *RECIE. Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa*, 3(1), 391-402.
- Fu, Q.-K., & Hwang, G.-J. (2018). Trends in mobile technology-supported collaborative learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2016. *Computers Education*, 119, 129-143.
- Gomez-del Rio, T., & Rodriguez, J. (2022). Design and assessment of a project-based learning in a laboratory for integrating knowledge and improving engineering design skills. *Education for Chemical Engineers*, 40, 17-28.
- Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.

*Experiencia de la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos en las prácticas de la asignatura de “Estructura y Técnicas de Caracterización de Materiales Avanzados”*

- Senali, M. G., Iranmanesh, M., Ghobakhloo, M., Gengatharen, D., Tseng, M.-L., & Nilsashi, M. (2022). Flipped classroom in business and entrepreneurship education: A systematic review and future research agenda. *The International Journal of Management Education*, 20(1), 100614.
- Shpeizer, R. (2019). Towards a successful integration of project-based learning in higher education: Challenges, technologies and methods of implementation. *Universal Journal of Educational Research*, 7(8), 1765-1771.
- Toledo Morales, P., & Sánchez García, J. M. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria. *Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado*, 22(2), 472-491.