

EDUCACIÓN, CREATIVIDAD E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: NUEVOS HORIZONTES PARA EL APRENDIZAJE. ACTAS DEL VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COOPERACIÓN, CINAIC 2025

María Luisa Sein-Echaluce Lacleta, Ángel Fidalgo Blanco y Francisco José García Peñalvo (coords.)

1ª Edición. Zaragoza, 2025

Edita: Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza.



Servicio de
Publicaciones
Universidad Zaragoza

EBOOK ISBN 978-84-10169-60-9

DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9



Esta obra se encuentra bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial (ccBY-NC). Ver descripción de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Referencia a esta obra:

Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (coords.) (2025). *Educación, Creatividad e Inteligencia Artificial: nuevos horizontes para el Aprendizaje. Actas del VIII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2025 (11-13 de Junio de 2025, Madrid, España)*. Zaragoza. Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9

Del Aula al Laboratorio: Innovando en la ingeniería de fabricación de componentes plásticos

From the Classroom to the Laboratory: Innovating in manufacturing engineering with plastic components

Andrea Fernández-Gorgojo¹, Mónica Villaverde San José¹, Álvaro Guzman-Bautista¹, Carlos Polvorinos-Fernández¹,
Ramiro García-Galán², Juan de Juanes Márquez¹
andrea.fgorgojo@upm.es, monica.villaverde@upm.es, alvaro.guzman.bautista@upm.es, c.polvorinos@upm.es,
ramiro.garcia@upm.es, juandedjuan.es.marquez@upm.es

¹Laboratorio de Ingeniería de Fabricación, Departamento de Ingeniería Mecánica
ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, España

²Departamento de Ingeniería de Organización
ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, España

Resumen Este trabajo presenta la implementación del Aprendizaje Activo, concretamente Basado en Proyectos en la enseñanza de fabricación de componentes de plástico, integrando teoría, simulación y prácticas en laboratorio. Se diseñó un proyecto donde los estudiantes optimizan el diseño y las variables del proceso de fabricación de una pieza de plástico mediante el software y análisis práctico, promoviendo el pensamiento crítico y el trabajo en equipo. La metodología se aplicó en un grupo de máster con equipos equilibrados generados a través de los roles del test DISC. Los resultados muestran un aumento significativo (12%) en la adquisición de conocimientos y competencias en comparación con metodologías tradicionales. Las encuestas reflejan una alta satisfacción con el procedimiento y un impacto positivo en la equidad del trabajo en equipo. Este enfoque es especialmente adecuado para grupos reducidos, garantizando un aprendizaje más profundo y personalizado, con posibilidades de ser transferido a otras disciplinas de la ingeniería.

Palabras clave: *Aprendizaje activo, Aprendizaje basado en proyectos, Trabajo colaborativo, Innovación en ingeniería.*

Abstract This work presents the implementation of Active Learning, specifically Project-Based Learning, in the teaching of plastic components manufacturing, integrating theory, simulation, and laboratory practice. A project was designed where students optimize the design and manufacturing process variables of a polymeric part using specialized software and practical sessions, fostering critical thinking and teamwork. The methodology was applied in a master's course with balanced teams, formed based on the team roles identified through the DISC test. The results show a significant increase (12%) in knowledge acquisition and competencies compared to traditional methods. Surveys indicate high student satisfaction with the methodology and a positive impact on workload fairness within teams. This approach is particularly suitable for small groups, ensuring deeper and more personalized learning, with potential transferability to other engineering disciplines.

Keywords: *Active learning, Project-based learning, Collaborative work, Innovation in engineering.*

1. INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje Activo es una metodología educativa en la que los estudiantes toman un papel central en la construcción de su conocimiento. A diferencia de los enfoques tradicionales, donde el docente es el principal transmisor de información, en este modelo los alumnos se involucran activamente en la adquisición de habilidades y asimilación de los conceptos. Este tipo de aprendizaje fomenta la autonomía, el pensamiento crítico, la capacidad de resolver problemas y la interacción entre estudiantes, lo que es clave para la formación de profesionales en un entorno cada vez más dinámico y exigente (Saeed, 2021).

Dentro de este marco, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se ha consolidado como una estrategia efectiva que coloca a los estudiantes frente a retos reales, impulsándolos a buscar soluciones creativas, fundamentadas y aplicables. Esta metodología implica el desarrollo de un proyecto como eje del proceso de enseñanza, obligando a los alumnos a enfrentar retos que no pueden resolverse con una simple memorización de contenidos (Thomas, 2000). Este enfoque también favorece la motivación y el trabajo en equipo, aspectos fundamentales en la enseñanza de disciplinas técnicas como la ingeniería.

El Espacio Europeo de Educación Superior ha promovido la adopción de metodologías participativas que sitúan al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje. Esta transformación ha impulsado el uso de estrategias que enfatizan la aplicación práctica de conocimientos en entornos reales (De Pablos, 2005). En este contexto, el ABP se ha implementado con éxito en diversas áreas de la ingeniería, permitiendo a los alumnos desarrollar competencias en resolución de problemas, creatividad y trabajo colaborativo (Alemany, 2020).

Complementando este enfoque, el marco CDIO (Concebir – Diseñar – Implementar – Operar) proporciona una estructura que guía la formación en ingeniería hacia la aplicación práctica de conocimientos en el desarrollo de productos y procesos. El modelo CDIO define cuatro etapas clave en la formación del ingeniero: concebir (identificación de necesidades y

planificación), diseñar (desarrollo de planos y simulaciones), implementar (transformación del diseño en un producto real) y operar (puesta en marcha, evaluación y mejora continua). Este enfoque garantiza que los estudiantes no solo comprendan los principios teóricos, sino que también sean capaces de aplicarlos en entornos industriales reales (Crawley, 2007).

El presente trabajo expone una experiencia de ABP aplicada a la enseñanza de procesos de fabricación de componentes de plástico, alineándose con las etapas de diseño e implementación del modelo CDIO. Durante el desarrollo del proyecto, los estudiantes deben combinar herramientas de simulación especializadas, el análisis práctico de defectos en laboratorio y la mejora del diseño de moldes basada en criterios de procesabilidad. Existen pocos estudios previos que integren de manera prolongada la combinación de simulación, experimentación en laboratorio y optimización de procesos en la enseñanza de la ingeniería de fabricación. Este trabajo propone un enfoque innovador que no solo fortalece el vínculo entre teoría y práctica, sino que también permite a los estudiantes comprender los factores clave en la fabricación con polímeros desde una perspectiva más aplicada. Además, incorpora una evaluación integral del desempeño de los estudiantes mediante la revisión intermedia de los proyectos, la retroalimentación entre pares y la presentación pública de los resultados. Este esquema fomenta la autorregulación del aprendizaje, la responsabilidad compartida dentro de los equipos y la comunicación efectiva de los hallazgos técnicos.

A través de esta estrategia, se busca no solo mejorar la comprensión teórica de los conceptos, sino también preparar a los alumnos para enfrentar los desafíos del entorno industrial mediante la resolución de problemas reales alineados con las demandas del sector productivo.

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

La educación superior ha evolucionado hacia modelos pedagógicos más activos, en los que los estudiantes no solo adquieren conocimientos, sino que los aplican en escenarios prácticos y colaborativos. En este contexto, el ABP se ha consolidado como una metodología eficaz para fomentar la autonomía, la resolución de problemas y el trabajo en equipo.

El trabajo propuesto se enmarca dentro de la asignatura de Fabricación con Polímeros del máster en ingeniería impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Tiene como objetivo que los estudiantes optimicen el diseño y los parámetros de fabricación mediante inyección de polímeros. Para ello, cada equipo debe utilizar el software *Moldflow* (Autodesk), herramienta habitual en la industria para la simulación del proceso de inyección y el análisis de defectos en las piezas. A lo largo de la asignatura, los participantes deben proponer modificaciones en el diseño para mejorar la eficiencia del proceso sin comprometer los requerimientos funcionales de la pieza. Esta metodología permite aplicar los conceptos teóricos adquiridos en clase y desarrollar competencias clave en el ámbito de la fabricación avanzada.

Para evaluar su eficiencia, el estudio se realizó con 32 estudiantes: 21 de cursos previos sin ABP y 11 del curso 2024/25, donde se aplicó esta metodología, con la distribución de género en porcentaje mostrada en la Figura 1.

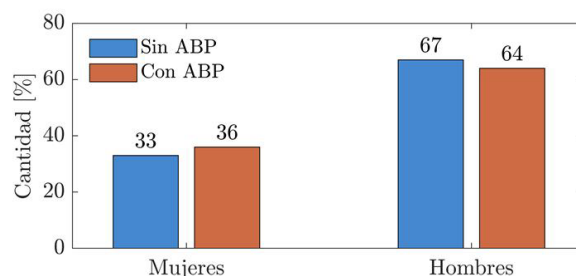


Figura 1. Porcentaje de mujeres y hombres que participaron en la asignatura, comparando enseñanza convencional (azul) y metodología ABP (naranja).

Se adopta un enfoque de aprendizaje activo y colaborativo, en el que los estudiantes trabajan en grupos de tres o cuatro personas, situándose dentro del tamaño óptimo recomendado de tres a cinco integrantes para garantizar la eficacia del trabajo en equipo y evitar un exceso de interacciones que complique su coordinación (Aubé, 2011). La formación de estos equipos se basa en los resultados del cuestionario de personalidad DISC, que, a través de preguntas tipo recogidas en (Fernández-Gorgojo, 2025), clasifica a los estudiantes según su comportamiento y rol dentro del grupo (Jones, 2013):

- Cauteloso/a: Enfocado en la precisión y calidad, aportando conocimientos especializados e ideas.
- Dominante: Asociado a la toma de decisiones y obtención de resultados.
- Estable: Actúa como freno en la toma de decisiones apresuradas, priorizando la estabilidad y cooperación.
- Influyente: Fomenta la cohesión del equipo y mejora la comunicación.

Esta sistemática permite equilibrar habilidades y estilos de trabajo, promoviendo además la diversidad de género y cultural cuando es posible. Su aplicación no solo garantiza una distribución equitativa de roles dentro de los equipos, sino que también refleja la dinámica profesional en el ámbito de la ingeniería, donde la colaboración interdisciplinaria y multicultural resulta esencial (Revelo-Sánchez, 2018).

La ejecución del proyecto se ha llevado a cabo a lo largo de catorce sesiones de dos horas, cumpliendo con la carga lectiva establecida según los créditos de la asignatura. No obstante, para completar el trabajo, los estudiantes también deben emplear tiempo adicional fuera del aula. El desarrollo del proyecto sigue una estructura progresiva que combina clases magistrales, actividades prácticas y evaluación continua:

1. Fase inicial: Introducción a los polímeros y sus procesos de fabricación mediante sesiones teóricas que garanticen una base común de conocimiento. Clases magistrales centradas en la inyección de plásticos y análisis teórico de defectos en piezas. Tiempo dedicado: cinco sesiones de dos horas.
2. Primera fase: Formación en el uso del software de simulación y predicción de los defectos en piezas inyectadas. Tiempo dedicado: una sesión de dos horas.
3. Segunda fase: Mejoras en el diseño inicial de la pieza, con apoyo docente a través de tutorías y clases magistrales de diseño en piezas de inyección. Comprobación de los resultados con la simulación. Tiempo dedicado: dos sesiones de dos horas.

4. Tercera fase: Experimentos en laboratorio para analizar la influencia de los parámetros del proceso en la calidad de las piezas fabricadas. Tiempo dedicado: dos sesiones de dos horas.
5. Entrega intermedia: Evaluación del progreso y propuesta de mejoras.
6. Cuarta fase: Diseño del molde, estudiando como ejemplos los moldes disponibles en el laboratorio. Explicación de conceptos teóricos de los moldes de inyección a medida que se exponen los ejemplos prácticos. Comprobación de los resultados en la herramienta de simulación. Tiempo dedicado: tres sesiones de dos horas.
7. Presentación final: Exposición y discusión crítica de los resultados del proyecto ante el resto de la clase. Tiempo dedicado: una sesión de dos horas (según el número de equipos de trabajo).
8. Evaluación cruzada: Valoración de la contribución de cada miembro del equipo.

Para medir la efectividad del ABP, se emplearon diversas estrategias de evaluación:

1. Encuestas de satisfacción sobre la metodología empleada: Se aplicaron cuestionarios a los estudiantes siguiendo la escala Likert. Cuestiones tratadas:
 - a. Se han coordinado adecuadamente las clases teóricas y prácticas previstas en el programa. (P1.a)
 - b. La carga de trabajo que comprende la asignatura es adecuada para el número de créditos que tiene asignados. (P1.b)
 - c. Considero que la metodología aplicada en el trabajo de la asignatura (simulaciones, prácticas en laboratorio, ejemplos prácticos, clases magistrales) es adecuada y facilita la adquisición de las competencias necesarias. (P1.c)
 - d. Considero que la realización de prácticas me ha servido para consolidar los contenidos teóricos impartidos en clases magistrales. (P1.d)
 - e. Considero que la realización del trabajo en equipo ha sido positiva y me ha permitido avanzar más en el conocimiento. (P1.e)
2. Evaluación de desempeño: Se analizaron las entregas intermedias y finales del proyecto, así como las presentaciones realizadas por los equipos. Además, se aplicó un cuestionario mediante la plataforma Moodle para evaluar la adquisición de conocimientos a través de preguntas cerradas que garantizan precisión en las respuestas (Carreño, 2013). El cuestionario incluyó aspectos técnicos del moldeo por inyección, presentando situaciones en las que los estudiantes debían identificar defectos en las piezas y ajustar las variables del proceso. También se evaluó si los estudiantes tenían conocimientos previos sobre polímeros y moldeo por inyección. Las preguntas del cuestionario se recopilan en (Fernández-Gorgojo, 2025).
3. Evaluación cruzada: Los alumnos valoraron el desempeño de sus compañeros dentro del equipo.

4. Análisis de desempeño académico: Se compararon las calificaciones obtenidas con las de cursos anteriores que empleaban una metodología tradicional.

Los resultados obtenidos permitirán evaluar:

- El grado de comprensión de los conceptos relacionados con la inyección de polímeros.
- La efectividad de la realización de actividades prácticas como herramienta de aprendizaje.
- La percepción de los estudiantes sobre la utilidad de la metodología basada en proyectos.
- El desarrollo de competencias transversales, como el trabajo en equipo y la toma de decisiones.

En resumen, este proyecto representa una iniciativa innovadora en la enseñanza de la fabricación con polímeros, al integrar teoría, simulación y experimentación en un entorno de aprendizaje activo. Su implementación no solo mejora la comprensión de los procesos de inyección de componentes plásticos, sino que también prepara a los estudiantes para los desafíos de la industria 4.0, donde la optimización de procesos y el trabajo en equipo son esenciales.

3. RESULTADOS

Para evaluar la efectividad del ABP en la asignatura, se analizaron diversos aspectos relacionados con la formación de los equipos de trabajo, la adquisición de conocimientos y competencias, y la percepción de los estudiantes sobre la metodología implementada.

En primer lugar, el estudio del perfil de los alumnos mediante el test DISC, refleja que:

- Un 70% de los encuestados se identificó con los perfiles Cauteloso/a y Estable.
- Un 60% mostró rasgos de Influencia.
- 0% se clasificó como Dominante.

La ausencia de estudiantes con un perfil dominante puede explicarse por el enfoque tradicional de la docencia, donde los alumnos asumen un rol más pasivo en las clases magistrales. Sin embargo, la metodología ABP persigue el fomento de la adquisición de habilidades de liderazgo de manera progresiva.

En cuanto a la distribución por género:

- La actitud cautelosa predomina en los hombres (71%).
- La serenidad es más frecuente en las mujeres (57%).
- La influencia se presenta en porcentajes similares entre ambos sexos.

Ante la falta de estudiantes con una predisposición natural a la obtención de resultados y con dotes de asumir el control, los grupos se configuraron equilibrando las actitudes disponibles. El profesor intervino puntualmente para favorecer la toma de decisiones sin ejercer liderazgo directo. Para mejorar la eficacia del test DISC, se propone informar a los alumnos sobre los distintos perfiles y su aportación en el trabajo en equipo, fomentando que aprendan a reconocerlos para adaptarse a distintos roles según la necesidad del proyecto.

Los resultados de las encuestas evidencian la efectividad de la metodología implementada (puntuaciones sobre 10):

- Satisfacción general con la metodología ABP (P1.a): $9,45 \pm 0,89$.

- Adecuación de la carga de trabajo al número de créditos de la asignatura (P1.b): $9,18 \pm 1,19$.
- Valoración de la innovación docente en la asignatura (P1.c): $10 \pm 0,00$.
- Eficacia de las prácticas para reforzar los conocimientos (P1.d): $9,70 \pm 0,41$.
- Valoración de la eficacia del trabajo colaborativo (P1.e): $10 \pm 0,00$.

La comparativa entre estudiantes que cursaron la asignatura con y sin ABP refleja una mejora significativa en el aprendizaje, sin suponer una mayor carga de trabajo para el alumnado, ya que el proyecto sustituye al examen tradicional de la asignatura. Los alumnos que participaron en la nueva modalidad de enseñanza experimentaron un incremento en sus resultados académicos (Figura 2). Para el profesorado, el único esfuerzo adicional se concentra en la preparación inicial de los diseños, que pueden reutilizarse en cursos posteriores. Durante las sesiones, las clases resultan más dinámicas y enfocadas en resolver dudas, sin aumentar la carga docente.

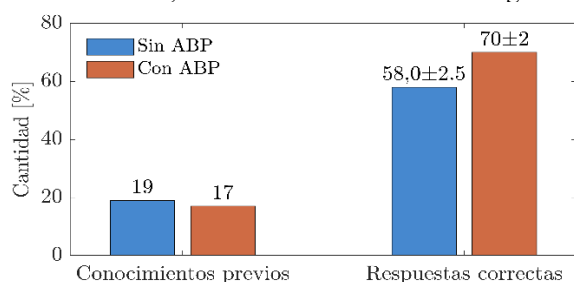


Figura 2. Resultados del conocimiento previo y del cuestionario de conocimientos adquiridos, comparando enseñanza convencional (azul) y metodología ABP (naranja).

Además, la evaluación del desempeño a través de las entregas intermedias y finales evidenció una mejora notable en la calidad de los trabajos realizados. Los estudiantes abordaron los temas con mayor profundidad y demostrando un enfoque más profesional en sus análisis y propuestas de optimización.

La evaluación cruzada entre compañeros reflejó valoraciones positivas en todos los equipos, sin conflictos ni problemas de competitividad. Esto confirma que la metodología fomenta un trabajo colaborativo y orientado a un objetivo común.

4. CONCLUSIONES

La implementación del ABP ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la formación en fabricación de componentes plásticos, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades técnicas avanzadas, pensamiento crítico y una mejor dinámica de trabajo en equipo. En comparación con metodologías tradicionales, los resultados reflejan una mayor adquisición de conocimientos y una participación más activa. Además, se fomenta la resolución de problemas en equipo, reflejando las dinámicas del entorno profesional y potenciando competencias clave como la comunicación y la adaptabilidad.

El éxito de esta metodología respalda su aplicación en otras asignaturas de ingeniería, especialmente en másteres, donde el número reducido de alumnos permite un mayor seguimiento y trabajo práctico. Es en este nivel donde resulta más adecuada, ya que los estudiantes cuentan con una base sólida y valoran

experiencias aplicadas con simulación, menos viables en asignaturas generales de grado por limitaciones de tiempo y objetivos formativos.

Al ser el primer año de implantación, se prevé realizar un seguimiento en futuras ediciones para valorar la estabilidad de la metodología y su posible impacto en la vida profesional de los estudiantes. Esto permitirá analizar su efecto a medio y largo plazo. Aun así, la alta satisfacción del alumnado y la calidad de los proyectos confirman la idoneidad de este enfoque para adquirir competencias clave en ingeniería.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Proyecto de Innovación Educativa y Mejora de la Calidad de la Enseñanza 2024-2025 IE25.0503 de la UPM por su apoyo en la implementación de esta metodología.

REFERENCIAS

- Alemany Díaz, M. D. M., Villanueva López, J. F., Vallés Lluch, A., & García-Serra García, J. (2020). Web based on e-learning objects as support to the development of transversal competences for engineering students. *INTED2020 Proceedings*, 2227-2235.
- Aubé, C., Rousseau, V., & Tremblay, S. (2011). Team size and quality of group experience: The more the merrier?. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 15(4), 357.
- Carreño, Á. B., & Garrido, J. M. M. (2013). Aprendizaje motivado en alumnos universitarios: validación y resultados generales de una escala. *Revista de Investigación Educativa*, 31(2), 347-347.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Armstrong, P. J. (2007). The CDIO Syllabus: Learning outcomes for engineering education. *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*, 45-76.
- Fernández-Gorgojo, A., Villaverde San José M., Guzman-Bautista A., Polvorinos Fernández C., García-Galán R., & de Juanes Márquez J. (2025). <https://oa.upm.es/88924/>
- Jones, C. S., & Hartley, N. T. (2013). Comparing correlations between four-quadrant and five-factor personality assessments. *American Journal of Business Education*, 6(4), 459-470.
- Pons, J. D. P., & Moreno, P. V. (2005). El Espacio Europeo de Educación Superior y las tecnologías de la información y la comunicación... *Revista de educación*, (337), 99-124.
- Revelo-Sánchez, O., Collazos-Ordóñez, C. A., & Jiménez-Toledo, J. A. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura. *TecnoLógicas*, 21(41), 115-134.
- Saeed, M. A., & Al Qunayeer, H. S. (2021). Can we engage postgraduates in active research methodology learning? Challenges, strategies and evaluation of learning. *International Journal of Research & Method in Education*, 44(1), 3-19.
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning.