

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

Aplicación de la técnica Jigsaw en asignaturas de Ciencia de los Materiales

Implementation of the Jigsaw Method in Materials Science Subjects

Rocío Ruiz-Bustos¹, Antonia Ramírez-García², Jesús Dorado-Martín³
rrbustos@uco.es¹, a.ramirez@uco.es², pv1domaj@uco.es³

¹Departamento de Mecánica
Universidad de Córdoba
Córdoba, España

²Departamento de Educación
Universidad de Córdoba
Córdoba, España

³Vicerrectorado de Estudios de
Grado, Calidad e Innovación Docente
Universidad de Córdoba
Córdoba, España

Resumen- En el marco del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Córdoba, se implementó la técnica *Jigsaw* en la asignatura Ingeniería de los Materiales con el objetivo de aumentar la participación estudiantil y mejorar la comprensión de los contenidos. Los alumnos se organizaron en grupos expertos según los cuatro tipos básicos de materiales y luego en grupos heterogéneos para compartir conocimientos. La metodología fomentó el aprendizaje cooperativo, el trabajo en equipo, la autonomía y el uso de tecnología educativa. Los resultados mostraron un impacto positivo en la asistencia, la participación y el rendimiento académico. Un 92% de estudiantes valoró positivamente la experiencia. Su sostenibilidad, bajo coste y transferibilidad la hacen aplicable a otras asignaturas. Se recomienda su uso con una planificación clara, apoyos docentes adecuados y herramientas de evaluación formativa.

Palabras clave: *Técnica Jigsaw, Aprendizaje cooperativo, Trabajo en equipo, Innovación educativa.*

Abstract- As part of the Mechanical Engineering Degree at the University of Córdoba, the Jigsaw technique was implemented in the course "Materials Engineering" to increase student engagement and improve content comprehension. Students were organized into expert groups based on material types and later regrouped into heterogeneous teams to share knowledge. The methodology promoted cooperative learning, teamwork, autonomy, and the use of educational technology. The results showed a positive impact on attendance, participation, and academic performance, with 92% of students rating the experience as useful or very useful. Its sustainability, low cost, and transferability make it applicable to other courses. Its implementation is recommended with clear planning, appropriate teacher support, and formative assessment tools.

Keywords: *Jigsaw technique, Cooperative learning, Student engagement, Educational innovation.*

1. INTRODUCCIÓN

En 1999 la Declaración de Bolonia estableció un nuevo marco de referencia para los estudios universitarios, centrados en la actividad del estudiantado y su aprendizaje, así como en el desarrollo de una serie de competencias que les resultara de utilidad en su futuro laboral y en el ejercicio de una ciudadanía activa.

La movilización de estas competencias requiere de un trabajo previo en las aulas universitarias, revisando la metodología de enseñanza y aprendizaje que se planifica e implementa. En este sentido, no todas las metodologías favorecen el desarrollo de determinadas competencias, por ejemplo, aquellas que han sido denominadas *soft skills*, es decir, capacidades personales y sociales que permitirán al estudiantado desenvolverse en diferentes contextos.

Las metodologías activas posibilitan abordar estas y otras competencias en el aula, pues facilitan la cooperación, el autoaprendizaje, favorecen la comunicación entre diferentes elementos y personas del proceso de enseñanza y aprendizaje, entre otras cuestiones.

Frente a esta autonomía del estudiante, el rol del docente necesariamente ha de sufrir un proceso de transformación, convirtiéndose en un mediador en el mencionado proceso de enseñanza y aprendizaje. Entre sus nuevas funciones se encuentra la búsqueda y experimentación de estas metodologías activas, entre las que se pueden mencionar la gamificación, el aula invertida, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en retos, aprendizaje-servicio y aprendizaje cooperativo, entre otras.

Los primeros estudios sobre el trabajo colaborativo surgen en Estados Unidos en la década de los 70 (Camilli et al., 2012). En España, se iniciaron diez años después. Sin embargo, no se generalizarían hasta principios del siglo XXI.

Un factor importante a la hora de decantarse por la aplicación de una metodología educativa sustentada en el aprendizaje cooperativo es determinar claramente cuál será el rol de cada participante: profesorado y grupo de estudiantes. De igual modo, el proceso de composición del grupo también constituye otro factor a tener en cuenta. Su diversidad es la premisa básica para conformarlos.

Camilli et al. (2012) también mencionan que existen factores que influyen en mayor o menor medida en el éxito de una tarea colaborativa: las recompensas y la estructura de la propia tarea. En el primer caso, conviene que el trabajo del estudiantado se vea recompensado atendiendo a la calidad de dicho trabajo y la aportación que cada estudiante ha realizado en relación con la

tarea global. En el segundo, la tarea ha de estar estructurada de tal forma que cada integrante del grupo alcance sus objetivos sólo si el resto de los miembros logra los suyos, por lo tanto, las tareas de cada miembro han de estar vinculadas y ser dependientes entre sí.

Junto a esto, es necesario también identificar qué técnica se implementará para que el proceso tenga éxito.

Según Tobaja (2020), las técnicas de trabajo cooperativo pueden clasificarse en dos categorías -técnicas de trabajo informal y técnicas de trabajo formal- en función de su grado de sistematización. Una de las técnicas que se considera muy apropiada para desarrollar la metodología cooperativa es la técnica *puzzle*, rompecabezas o también denominada *Jigsaw*.

Esta técnica fue propuesta inicialmente por Aronson en 1971 en las universidades de Texas y California (Daradoumis et al., 2012) y algunas de las ventajas que observaron en su aplicación fueron las siguientes: un mayor respeto entre los compañeros, un aumento de las habilidades de escucha, incremento de la autoestima y la seguridad, mejora el clima educativo, así como el rendimiento académico, entre otros aspectos. La técnica *puzzle* evolucionó de la mano de Aronson y Patnoe (1997), denominándola técnica *Jigsaw*.

La técnica *Jigsaw* consiste en segmentar un tema o tarea en secuencias que pueden abordarse de forma independiente y que, al unirse, posibilitan lograr los objetivos de la tarea. Cada secuencia funciona como una pieza de *puzzle*. El proceso de implementación que se propone en este trabajo, fruto de la revisión teórica y de la experimentación en la práctica, sería el siguiente:

Fase de planificación: El docente determina la tarea que ha de realizar el estudiantado y la estructura para segmentarla por partes con el fin de distribuirla entre el estudiantado.

Fase de organización de grupos: Los estudiantes se dividen en grupos heterogéneos de no más de cinco o seis miembros, estas primeras agrupaciones constituyen grupos denominados *jigsaw*.

Fase exploratoria: Cada estudiante en su grupo *jigsaw* cuenta con una hoja de trabajo individual que contiene la distribución de la tarea numerada por partes. Cada estudiante tiene asignado un número.

Fase de especialización: Los estudiantes con el mismo número se constituyen en grupos de "expertos". Cada estudiante se convierte en un especialista, siendo parte de la solución de un proyecto global (Maftei & Popescu, 2012). En estos grupos cada estudiante trabaja su parte de la tarea o tema, ayudándose de todos los miembros del grupo con la finalidad de, posteriormente, explicarlo o trabajarlo en el grupo *jigsaw*. Si los compañeros no pueden ayudar a resolver determinadas dudas, será función del docente resolverlas.

Fase de explicación: Tras el tiempo establecido para la realización de la tarea o el tema, los estudiantes regresan a los grupos *jigsaw* para explicar o aplicar su parte al resto de compañeros. El tema o tarea global planificada por el docente se alcanzará mediante la aportación de cada estudiante en el grupo *jigsaw*.

Fase de difusión: En este momento convendría que los diferentes grupos presentaran su tarea, trabajo o tema al resto de estudiantes.

La técnica *puzzle* ha sido aplicada a diferentes asignaturas en distintos estudios. Así, por ejemplo, se ha empleado en estadística (Álvarez et al., 2020), contabilidad (Vieira & Silva, 2018), biología celular (Lazcano, 2025), campo magnético (Tanel, & Erol, 2008), campo eléctrico (Sandoval & Mora, 2009) o física (Maftei y Popescu, 2012), entre otras ramas de conocimiento.

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de la técnica *jigsaw* en la asignatura Ingeniería de los Materiales del tercer curso del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Córdoba. En esta asignatura, de 6 ECTS, en el presente curso había un total de 52 alumnos matriculados, por lo que había un solo grupo grande para las clases teóricas y dos grupos medianos para los seminarios o clases prácticas.

El objetivo era mejorar la participación y la asistencia del estudiantado en clase debido a que se había detectado en cursos anteriores poca motivación o interés por la asignatura. Esto puede deberse a los malos resultados que, en general, se obtienen en la asignatura del primer curso, Ciencia e Ingeniería de los Materiales del mismo grado.

Esta situación motivó al profesorado del área a solicitar un Proyecto de Innovación Docente centrado en la aplicación de esta técnica metodológica durante el primer cuatrimestre del curso 2024/25.

Al comienzo de la asignatura los estudiantes que quisieron participar fueron divididos en cuatro grupos principales de 12 personas, cada uno enfocado en un tipo específico de material: cerámicos (equipo rojo), metales (equipo azul), poliméricos (equipo amarillo) y materiales compuestos (equipo verde). Durante el desarrollo de toda la asignatura tuvieron que trabajar y sentarse juntos en el aula. El criterio de colores se utilizó para que resultara más sencilla la visualización de los equipos. Este criterio se empleó en todo el material didáctico empleado y para referirnos a cada grupo durante el transcurso del curso. La actividad era de carácter obligatorio si querían optar a la evaluación continua y así poder aprobar la asignatura mediante dos pruebas parciales sin tener que hacer el examen final y tenía un peso del 30% sobre la calificación final. El 100% del alumnado decidió participar voluntariamente.

Para implementar esta técnica, cada grupo tenía la misión de convertirse en "expertos" en su categoría asignada.

Cada grupo de expertos fue responsable de investigar y comprender en profundidad las propiedades, aplicaciones, ventajas y limitaciones de su tipo de material, relacionándolo con cada uno de los temas que se estudiaban en las clases teóricas. Dentro de los grupos de expertos, los estudiantes trabajaron de forma colaborativa para recopilar información, analizar casos prácticos y preparar una presentación o resumen del contenido investigado.

Una vez completada la fase de expertos, se conformaron 8 nuevos grupos (de 6 estudiantes) heterogéneos llamados "grupos *jigsaw*" o "rompecabezas", compuestos por un representante de cada grupo de expertos. En estos nuevos equipos, cada estudiante enseñó a sus compañeros lo aprendido sobre su tipo de material.

Los grupos *jigsaw* discutieron las diferencias y similitudes entre los distintos materiales, sus aplicaciones en la ingeniería

y cómo podían combinarse en soluciones reales. Esta fase fomentó el aprendizaje entre iguales y una comprensión más integrada del tema.

Como actividad final y con el objetivo de emplear los conocimientos adquiridos, se planteó realizar un reto consistente en la construcción de un puente sostenible, cuya estructura, fabricada con materiales fundamentalmente reciclados, debía soportar el peso de un vehículo pequeño y permitir el paso de un extremo a otro sin colapsar. Para ello se crearon subequipos. Se valoraba la resistencia estructural, el uso eficiente de materiales, la ligereza, la creatividad del diseño y la sostenibilidad y reutilización de materiales.

Para consolidar el aprendizaje, los estudiantes realizaron una evaluación grupal y otra individual y reflexionaron sobre el proceso colaborativo. Algunos, incluso, propusieron mejoras para futuras ediciones de la actividad.

En el ámbito de la enseñanza de la Ingeniería de los Materiales se observa con frecuencia que el enfoque tradicional basado en clases magistrales no siempre favorece una comprensión activa ni significativa del contenido. Los conceptos relacionados con los distintos tipos de materiales y sus propiedades tienden a ser percibidos como aislados y teóricos, lo que dificulta su integración práctica. Por ello, surge la necesidad de implementar metodologías activas que promuevan la participación del estudiante, la colaboración y el aprendizaje entre iguales.

La experiencia se desarrolló en el marco de una asignatura en la que los estudiantes deben tener conocimientos previos básicos en física y química, al tiempo que se encuentran en proceso de adquirir competencias aplicadas a la selección y análisis de materiales en el diseño de componentes y sistemas.

Respecto a la metodología se emplearon técnicas de aprendizaje entre iguales, que promueven la explicación y la enseñanza entre compañeros como forma de afianzar el conocimiento. También el aprendizaje por indagación, incentivando que los estudiantes busquen, seleccionen y organicen la información de forma autónoma y uso de tecnología educativa, incluyendo plataformas de gestión del aula (como Moodle o Google Classroom), recursos multimedia, documentos compartidos en la nube, y presentaciones digitales como soporte para las exposiciones orales. También se promovió el uso de herramientas de colaboración como Google Docs, para la construcción colectiva del conocimiento.

En la evaluación, se tiene principalmente en cuenta la adquisición de la competencia CEM7: Conocimientos y capacidades para la aplicación de la ingeniería de materiales, mediante los conocimientos de materiales demostrados en la selección y análisis de estos.

A. Objetivos

Los objetivos que se pretendían alcanzar con la experiencia fueron los siguientes:

- Favorecer la participación del estudiantado en clase y desarrollar el aprendizaje cooperativo.
- Desarrollar habilidades de comunicación, trabajo en equipo y responsabilidad individual, estimulando la autonomía del estudiante en su proceso de aprendizaje.
- Mejorar el rendimiento académico del estudiantado a través del empleo de metodologías activas.

- Fomentar el trabajo en equipo y aplicar el conocimiento obtenido en la asignatura a la vida real.
- Integrar conocimientos de forma transversal mediante la comparación y aplicación de materiales en contextos reales de la ingeniería.

B. Actividades

La implementación de la técnica *Jigsaw* se llevó a cabo mediante las siguientes fases:

1. Formación de grupos de expertos sobre un tipo de material (cerámico, polimérico, metálico o compuesto).
2. Investigación autónoma y colaborativa de las características, propiedades, aplicaciones y limitaciones de cada tipo de material.
3. Reagrupación en equipos *jigsaw* con representación de todos los tipos de materiales.
4. Intercambio de conocimientos entre los miembros del grupo *jigsaw* mediante exposiciones breves y discusiones dirigidas.
5. Reto “puente sostenible”: ejecución y presentación del proyecto al resto de la clase.
6. Actividades de síntesis y evaluación, como resolución de casos prácticos, presentaciones o elaboración de mapas conceptuales.
7. Reflexión final sobre el proceso de aprendizaje colaborativo.

C. Recursos utilizados

Los recursos que se emplearon se clasifican en:

- Equipo humano: profesorado de la asignatura
- Recursos tecnológicos: programa Kahoot y cuestionarios Moodle.
- Materiales: Materiales empleados para construir el reto del “puente sostenible”. Así como todos los mencionados previamente.

3. RESULTADOS

La aplicación de la técnica *Jigsaw* tuvo un impacto positivo tanto en el aprendizaje de los contenidos como en el desarrollo de habilidades transversales. Se observó un aumento significativo en la participación de los estudiantes, con una asistencia a clase media de los estudiantes superior al 95%, una mayor comprensión de los conceptos clave de los distintos tipos de materiales y una actitud más colaborativa dentro del aula. Además, la actividad favoreció la autonomía, el sentido de responsabilidad individual y la capacidad de síntesis y exposición oral.

El impacto fue evaluado mediante una combinación de instrumentos cualitativos y cuantitativos. Se utilizó:

- Una rúbrica de evaluación para valorar la calidad de las presentaciones y el trabajo colaborativo.
- Cuestionarios individuales tipo test para comprobar la comprensión de los contenidos después de la actividad.

- Autoevaluaciones y coevaluaciones, en las que los propios estudiantes valoraron su desempeño y el de sus compañeros.
- Una breve encuesta de satisfacción para recoger percepciones sobre la dinámica, su utilidad y su aplicación en otras asignaturas.

Los resultados fueron altamente satisfactorios. Las autoevaluaciones reflejaron un incremento en la confianza de los estudiantes para explicar conceptos complejos. En la encuesta de satisfacción, el 92% de los participantes valoraron la actividad como útil o muy útil para su aprendizaje, destacando la claridad al comparar diferentes tipos de materiales y el ambiente de trabajo positivo. En especial resaltaron la actividad del reto del puente, en el que la participación fue del 96% de los estudiantes. Se premió al mejor grupo con una bonificación en la calificación final.

Respecto a las tasas de rendimiento y éxito, hay que mencionar que, si bien la primera no varió significativamente y se mantuvo en torno al 67%, la de éxito sí se incrementó de un 75 a un 88%.

Además, el profesorado observó mejoras en la cohesión del grupo y una mayor implicación general en las sesiones posteriores a la actividad. Los estudiantes señalaron la importancia de haber establecido grupos de trabajo que les habían permitido conocer a muchos compañeros y eso había creado un ambiente mejor de trabajo que se ha trasladado a otras asignaturas, donde mantienen los grupos de *WhatsApp* creados al principio de curso.

4. CONCLUSIONES

Esta metodología no sólo facilitó la comprensión profunda de los distintos tipos de materiales, sino que también promovió habilidades clave como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y el pensamiento crítico, fundamentales en la formación de ingeniería.

La actividad es sostenible en el tiempo gracias a su bajo coste, su fácil implementación y la posibilidad de reutilizar materiales con mínimas adaptaciones. Su diseño flexible permite transferirla a otras asignaturas y contextos educativos, tanto dentro como fuera del ámbito de la ingeniería, y en modalidades presenciales, virtuales o híbridas. Para su aplicación, se recomienda una planificación clara, definir bien los roles y objetivos, ofrecer apoyo durante la investigación y emplear herramientas de evaluación y reflexión que refuercen el aprendizaje colaborativo y autónomo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la concesión del proyecto de innovación solicitado dentro del Plan de Innovación Docente 2024-2025 de la Universidad de Córdoba de código 2024-1-5005 y título “Aprendizaje cooperativo en asignaturas de Ciencia de los Materiales”.

REFERENCIAS

- Álvarez, G., Marín, C., Camus, P., & Ayabire, M. (2020). El rompecabezas de Aronson utilizado como metodología de trabajo semestral en un curso universitario de Estadística. *REIDU*, 2(2), 148-173. <https://doi.org/10.54802/r.v2.n2.2020.22>
- Aronson, E., & Patnoe, S. (1997). *The jigsaw classroom: building cooperation in the classroom*. Addison Wesley Longman.
- Camilli, C., López, E., & Barceló, M. L. (2012). Eficacia del aprendizaje cooperativo en comparación con situaciones competitivas o individuales. *Enseñanza & Teaching*, 30(2), 81-103. <https://revistas.usal.es/tres/index.php/0212-5374/article/view/9316>
- Lazcano, C. (2025). Trabajo cooperativo en enseñanza superior: una experiencia didáctica en la asignatura de Biología Celular, Universidad Santo Tomás, Antofagasta (Chile). *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-16. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1350>
- Maftai, G., & Popescu, F. F. (2012). Teaching atomic physics in secondary school with the jigsaw technique. *Romanian Reports in Physics*, 64(4), 1109-1118. https://rrp.nipne.ro/2012_64_4/art20Maftai.pdf
- Sandoval, M., & Mora, C. (2009). Modelos erróneos sobre la comprensión del campo eléctrico en estudiantes universitarios. *Latin American Journal of Physics Education*, 3(3), 647-655. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3694179>
- Slavin, R. (1999). *Aprendizaje cooperativo: Teoría, investigación y práctica*. Aique.
- Tanel, Z., & Erol, M. (2008). Effects of Cooperative Learning on Instructing Magnetism: Analysis of an Experimental Teaching Sequence. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2(2), 124-136. http://www.lajpe.org/may08/05_Zafer_Tanel.pdf
- Tobaja, L.M. (2020). Aplicaciones didácticas de técnicas colaborativas y heurísticas en la enseñanza de la Física. [Tesis doctoral] Universidad de Extremadura. https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/11762/1/TDUEX_2020_Tobaja_Marquez.pdf
- Vieira, I. & Silva, C.A.T. (2018) Aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza para la contabilidad: habilidades intelectuales de la taxonomía del dominio cognitivo. *Revista Ambiente Contábil*, 10(1), 54-70. <https://doi.org/10.21680/2176-9036.2018v10n1ID1229>