

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

Aprendizaje-servicio para el reciclaje de plásticos en nuevos materiales de edificación

Service-learning for recycling plastics as new materials in edification

María Isabel Prieto Barrio¹, Fernando Israel Olmedo Zazo¹, Alfonso Cobo Escamilla¹, Humberto Varum²
mariaisabel.prieto@upm.es, fi.olmedo.zazo@upm.es, alfonso.cobo@upm.es, hvarum@fe.up.pt

¹Tecnología de la Edificación
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, España

²Civil and Georesources Engineering
Universidade do Porto
Porto, Portugal

Resumen- El trabajo desarrollado se corresponde con el proyecto Aprendizaje-Servicio, de título “El reciclaje de plásticos al servicio de la edificación” llevado a la práctica con el objetivo de concienciar a nuestros alumnos universitarios de la importancia del reciclaje de los plásticos, estudiando alternativas que favorezcan su circularidad, a la vez que se fomentan la cooperación y la responsabilidad social, mediante la transmisión de los conocimientos adquiridos a alumnos de niveles educativos inferiores. En el proyecto han intervenido alumnos de la Universidad Politécnica de Madrid, profesores de tres universidades, dos de ellas internacionales, dos empresas relevantes del sector de la edificación y un colegio ubicado en Madrid. Los objetivos planteados se han alcanzado tanto a nivel de conocimientos específicos sobre el tema a desarrollar, como de la dimensión social y de aplicación del proyecto, poniendo en evidencia su viabilidad para ser replicado en otros entornos.

Palabras clave: *Aprendizaje-Servicio, innovación educativa, sostenibilidad, plásticos, morteros.*

Abstract- The work developed corresponds to the Service-Learning project, titled “Plastic recycling at the service of buildings”, put in practice with the aim of raising awareness among our university students of the importance of recycling plastics, studying alternatives that favor their circularity, while promoting cooperation and social responsibility, through the transmission of the acquired knowledge to students at lower educational levels. The project involved students from the Universidad Politécnica de Madrid, professors from three universities, two of them international, two leading companies in the construction sector, and a school located in Madrid. The objectives set were achieved both in terms of specific knowledge on the topic to be developed, as well as the social and application dimensions of the project, demonstrating its viability for replication in other settings.

Keywords: *Service-Learning, educational innovation, sustainability, plastics, mortars.*

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de educar y concienciar sobre la importancia del bien común, fomentando el sentido de la responsabilidad, hace imprescindible apostar por nuevas metodologías de aprendizaje que fomenten el aprendizaje activo, de modo que los estudiantes dejen de ser sujetos pasivos del conocimiento y se conviertan en agentes activos de su propio proceso de aprendizaje. Entre estas metodologías se encuentran los

proyectos Aprendizaje-Servicio, que aúnan el aprendizaje basado en la experiencia, los contenidos curriculares y el compromiso social, permitiéndoles a los alumnos ser protagonistas activos al implicarse en las necesidades reales de su entorno con la finalidad de mejorarlo (Tapia, 2010). Esta metodología presenta numerosos beneficios: sociales, éticos morales, cívicos, profesionales y personales (Mayor, 2019). El Aprendizaje-Servicio sirve como eje articulador de procesos de desarrollo personal-estudiantil y social en el estudiantado universitario, por lo que ha sido aplicado en numerosas ocasiones, observándose un mejor aprendizaje que con otras metodologías (Pérez y Ochoa, 2017).

Con el objetivo de resolver los problemas más importantes a los que nos enfrentamos la humanidad, la ONU aprobó la Agenda 2030, donde se fijaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con el fin de alcanzar de manera equilibrada tres dimensiones del desarrollo sostenible: el ámbito económico, social y ambiental. Estos objetivos tienen carácter universal de transformación y de inclusión, y se necesita la colaboración de todos para poderse alcanzar (ONU, 2015).

Ante la importancia de luchar contra el cambio climático, se hace necesaria la reutilización de los residuos y especialmente de los plásticos, ya que no son biodegradables. Los hormigones y morteros de cemento son capaces de absorber los residuos plásticos, introduciéndolos en su proceso de amasado y consiguiendo mejoras en su comportamiento mecánico. En esta línea, la investigación de Hammad et al. muestra como la incorporación de tereftalato de polietileno (PET) en hormigones en distintas proporciones, es capaz de mejorar hasta un 50 % su resistencia a tracción, siendo una alternativa real para reutilizar este tipo de residuos plásticos (Hammad, 2025).

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

A. Necesidad

La lucha contra el cambio climático y la gestión eficaz de los recursos naturales pasa necesariamente por el reciclaje de los residuos que generamos, para su posterior reutilización en el mismo uso o como materia prima de otros materiales. Para conseguir un proceso adecuado del reciclaje de los residuos, es necesario que tanto los individuos como las empresas tengan interiorizada la importancia del reciclado, los individuos por su

faceta de reciclaje y las empresas para que apuesten por la innovación, consumiendo cada vez menos recursos naturales y aprovechando los materiales reciclados, fomentando su circularidad. Centrándonos en los residuos plásticos, según Ecoembes, en 2023, cada ciudadano separó de media 20,4kg de envases en el contenedor amarillo, con un total de 733673t de envases domésticos plásticos (Ecoembes, 2024). Aunque el volumen de plásticos reciclados ha aumentado mucho en los últimos 25 años, todavía queda mucho por hacer para reducir el impacto ambiental que este tipo de residuos genera.

Otro aspecto importante, es que la mejor forma de generar un cambio en la sociedad es mediante la educación, siendo las edades tempranas cuando mejor se asientan los conceptos, y es el momento ideal para ir preparando a los futuros adultos para los retos que les rodearán. Esto conlleva la necesidad de educar a nuestros niños y adolescentes para que sean adultos responsables y comprometidos con la sociedad, cobrando especial importancia la denominada “ciudadanía activa”, que consiste en hacer participar a los niños y adolescentes en retos cuya solución demanda la colaboración de la sociedad para que adquieran competencias ciudadanas (Folgueiras y Luna, 2010).

Partiendo de estas premisas, las necesidades que han motivado la solicitud de este proyecto son la necesidad de concienciar a los alumnos sobre la gestión eficiente de los recursos naturales, empezando por los alumnos de Máster de la Escuela Técnica Superior de Edificación de Madrid (ETSEM), que han investigado sobre el uso responsable de los recursos y su reutilización, para luego transmitir esos conocimientos a los alumnos de niveles educativos inferiores, en un colegio situado en Madrid. En este ámbito, los materiales empleados en edificación y en concreto morteros y hormigones, son capaces de absorber parte de esos residuos plásticos de modo que al introducirlos como materia prima en su elaboración, además de conseguir darles un segundo uso, mejoran algunas de sus propiedades. La investigación y la innovación en estos temas son fundamentales para dar el mejor uso a los materiales reciclados plásticos, por lo que es una línea de investigación preferente en los alumnos del Máster en “Innovación Tecnológica en Edificación”. La investigación y la innovación en morteros y hormigones con adición de los residuos plásticos que ellos habitualmente reciclan les hará darse cuenta de la importancia de su reciclaje.

B. Objetivos

En base a la necesidad detectada, se plantea un proyecto Aprendizaje-Servicio, cuyos objetivos están alineados con los de las empresas y colegios participantes, con las comunidades EELISA en las que estamos involucrados los profesores participantes “Circular EELISA Community” y “INCO-0: From Industrialized Construction to Near-Zero Consumption Buildings” y los objetivos indicados en la guía de aprendizaje de la asignatura “Intensificación e Innovación en Estructuras de Edificación”, del Máster en “Innovación Tecnológica en Edificación”. Los objetivos principales del proyecto son:

- Aprender y desarrollar la capacidad de diseñar nuevos materiales, productos y tecnologías constructivas que mejoren la sostenibilidad, la eficiencia energética y el ciclo de vida de los materiales, elementos y sistemas constructivos utilizados en la edificación, mediante el aprendizaje activo y el uso de las tecnologías de información y comunicación más avanzadas.

- Fomentar la cooperación y el sentimiento de responsabilidad social de los alumnos de la ETSEM, para hacerles entender la importancia de las acciones realizadas y el compromiso con las empresas e instituciones involucradas, en ambientes internacionales y multiculturales.

- Fomentar la educación responsable, técnica y ética, trabajando las “soft skills”, como la comunicación, la adaptabilidad y la inteligencia emocional, que son fundamentales en cualquier entorno (EDUCAUSE, 2023).

- Difundir los conocimientos adquiridos de forma adaptada al nivel de los alumnos, mediante metodologías activas de aprendizaje, poniendo en valor el conocimiento adquirido, para dar respuesta a las necesidades de nuestro entorno.

- Concienciar en los distintos niveles educativos sobre la importancia de cuidar nuestro entorno, del reciclaje de nuestros residuos plásticos y de la forma de reintroducir estos residuos plásticos como materia prima de otros materiales, para mejorar sus propiedades.

- Realizar una difusión adecuada de los resultados obtenidos, como proyecto social, técnico y de investigación.

C. Metodología

Fruto de la necesidad y del interés del proyecto, se involucraron de forma activa desde el comienzo 8 profesores, dos de los cuales pertenecen a universidades de prestigio internacional. El profesor de la Universidade do Porto, ha participado con su experiencia investigadora y el profesor de la Universidad Pontificia Católica de Chile, se encuentra intentando replicar las actividades realizadas en Madrid, con sus estudiantes. También se implicaron dos empresas relevantes en el sector de la edificación (MAPEI y HOLCIM), los alumnos de la asignatura “Intensificación e Innovación en Estructuras de Edificación” del Máster en “Innovación Tecnológica en Edificación” de la ETSEM y el Colegio San Juan Bautista (Salesianos Estrecho), ubicado en Madrid.

El proyecto se estructuró en las siguientes fases:

- Primera fase. En primer lugar el proyecto se centró en el aprendizaje por parte de los alumnos de la ETSEM de los tipos de residuos plásticos que de forma habitual reciclamos, sus procesos de reciclaje y sus aplicaciones actuales, mediante la búsqueda selectiva de información. Participaron 16 alumnos de Máster y la actividad fue voluntaria. Una vez profundizado en el reciclaje de los residuos plásticos, las empresas colaboradoras les impartieron conferencias con el fin de mostrar sus avances en materia de sostenibilidad en morteros y hormigones, enlazando los objetivos del proyecto con los objetivos de la asignatura (Figura 1).



Figura 1. Conferencias impartidas por las empresas participantes en el proyecto ApS

- Segunda fase. Partiendo de los conocimientos adquiridos, los alumnos de la ETSEM investigaron planteando soluciones innovadoras para el reciclaje de residuos plásticos en materiales

empleados en edificación, en especial en morteros y hormigones (Figura 2).



Figura 2. Ejemplos de materiales plásticos y aplicaciones estudiadas por los alumnos de la ETSEM

- Tercera fase. En esta fase, se estudió la posibilidad de dar continuidad a algunas de las innovaciones planteadas, desarrollándolas de forma experimental mediante la realización de algún Trabajo Fin de Máster. En estos momentos, nos encontramos realizando dos Trabajos Fin de Máster, en el ámbito del proyecto (Figura 3).



Figura 3. Ejemplos de TFM desarrollados en el marco del proyecto

- Cuarta fase. A continuación, se llevaron a cabo dos actividades para concienciar a los alumnos del colegio Salesianos Estrecho sobre la importancia del reciclaje selectivo de los residuos plásticos. En cada actividad se involucraron a 46 alumnos del colegio, varios de los profesores y a los alumnos de la ETSEM. En primer lugar se impartió una conferencia en el colegio, donde mediante metodologías activas, se puso en conocimiento de los alumnos las aplicaciones de los residuos plásticos que habitualmente reciclan y sus posibles aplicaciones en morteros y hormigones (Figura 4).

Posteriormente, los alumnos del colegio visitaron el laboratorio de materiales de la ETSEM y los alumnos de la Escuela les ayudaron con la realización de los ensayos.



Figura 4. Actividades de los alumnos de la ETSEM para concienciar a los alumnos de niveles inferiores

- Quinta fase. Esta fase, que se encuentra en proceso de realización porque el proyecto no ha terminado, consistió en evaluar el aprendizaje obtenido y los objetivos alcanzados. En esta actividad participarán todos los agentes implicados en el

proyecto. Esta fase se planteó en varias etapas, estando en estos momentos la última etapa por completar.

- La primera etapa de la evaluación se correspondió con la adquisición de las competencias académicas de los alumnos de la ETSEM. La evaluación de los objetivos planteados la realizó la profesora que imparte la asignatura. Además se realizó una encuesta a los alumnos de la ETSEM sobre su grado de satisfacción con el aprendizaje alcanzado.

- La segunda etapa se correspondió con la evaluación de las competencias personales y sociales por parte de los alumnos de la ETSEM y la evaluación de los objetivos alcanzados con el proyecto respecto a los alumnos del colegio Salesianos Estrecho, a partir de las actividades realizadas. También se realizó una encuesta a los alumnos del colegio Salesianos Estrecho, para conocer su grado de satisfacción.

- Por último, para medir el grado de satisfacción de las empresas colaboradoras con las investigaciones realizadas y de los profesores participantes, se realizará una reunión con todas las partes implicadas en el proyecto, que es lo que se encuentra pendiente de realizar. Con esta toma de datos, se procederá a reflexionar sobre el desarrollo del proyecto, para poder establecer propuestas de mejora de cara a su continuidad.

3. RESULTADOS

En cuanto a los resultados obtenidos con la realización del proyecto, se pueden destacar:

- Con el proyecto se han conseguido concienciar a los alumnos de la ETSEM de la importancia del reciclaje de los plásticos y sus aplicaciones. Además, han investigado sobre nuevas posibilidades de reutilización de los plásticos reciclados, alcanzándose las competencias previstas en la asignatura “Intensificación e Innovación en Estructuras de Edificación” mediante la búsqueda de información, las conferencias recibidas y el desarrollo de sus trabajos.

- Se ha conseguido una gran implicación de los alumnos de la ETSEM en actividades diferentes a las habituales, consiguiendo un aprendizaje activo, aunando la faceta técnica y la labor social a la vez que se ha trabajado otras habilidades como el trabajo en equipo, la comunicación y la empatía.

La Figura 5 muestra los resultados de la encuesta realizada a los alumnos de la ETSEM. Según se puede observar, los alumnos han aprendido a nivel técnico sobre el reciclaje de los plásticos y sus aplicaciones y valoran de forma muy positiva la labor social del proyecto.

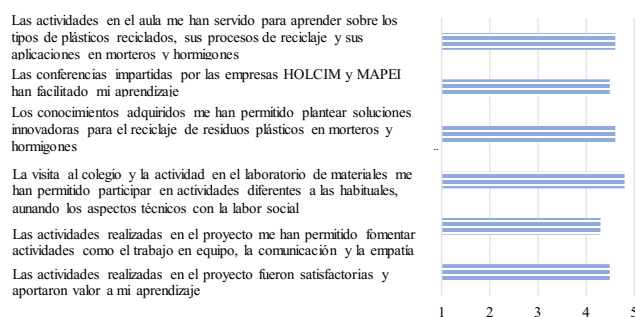


Figura 5. Encuesta a los alumnos de la ETSEM. 1 (nada de acuerdo), 5 (totalmente de acuerdo)

- Se ha fomentado el servicio a la sociedad, en la labor de concienciar sobre la importancia de la sostenibilidad y de la conservación de los recursos naturales a los alumnos de niveles educativos inferiores.

- Los alumnos del colegio Salesianos Estrecho, han visto a través de las actividades realizadas la importancia del reciclaje de los plásticos y su aplicación en materiales de edificación. La aplicación práctica de las tecnologías desarrolladas ha generado también en ellos unos conocimientos técnicos y un acercamiento a la investigación, que no habían tenido antes. La Figura 6 muestra los resultados de la encuesta realizada a los alumnos del colegio Salesianos Estrecho, donde se observa el alto grado de satisfacción con las actividades realizadas.

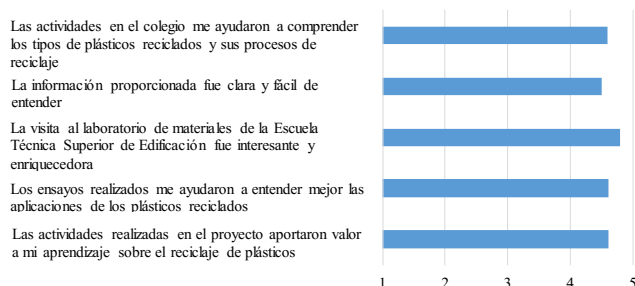


Figura 6. Encuesta a los alumnos del colegio Salesianos Estrecho. 1 (nada de acuerdo), 5 (totalmente de acuerdo)

- Las empresas HOLCIM y MAPEI han participado activamente en el proyecto aportando información relevante en cuanto a la innovación tecnológica y la sostenibilidad en morteros y hormigones y en la cesión de los materiales para la realización de los Trabajos Fin de Máster.

- Por último, los profesores participantes hemos visto el beneficio de este tipo de metodologías en la formación de nuestros alumnos, ya que les ha motivado a investigar para buscar soluciones a los desafíos actuales y hacerles ver que es posible cambiar la sociedad con nuestros actos.

4. CONCLUSIONES

Con el proyecto Aprendizaje-Servicio desarrollado, se ha abordado un problema importante para la sociedad, que es la gestión de los residuos plásticos de uso habitual. Con el proyecto se han planteado soluciones innovadoras a partir de su incorporación como materia prima en morteros y hormigones, buscando materiales más sostenibles, contribuyendo así al progreso y al bienestar de la sociedad. Con el proyecto se aborda también un aspecto social, con la labor de concienciación de las futuras generaciones en la lucha contra el cambio climático, educando desde la responsabilidad social.

- Los alumnos de la ETSEM se han implicado desde el primer momento, colaborando activamente en la realización de las actividades propuestas. En la primera actividad prepararon probetas de mortero con plásticos reciclados y una presentación y se desplazaron hasta el colegio Salesianos Estrecho. En la segunda actividad, ayudaron para que llegase a buen término la visita al laboratorio de materiales de la ETSEM. Este trabajo les ha servido para ampliar sus conocimientos técnicos, para aumentar su sensibilidad con el medioambiente y para tomar conciencia social de la necesidad real a la que nos enfrentamos.

- El colegio Salesianos Estrecho ha colaborado activamente en el proyecto y sus alumnos han aprovechado las actividades

realizadas para conocer más aspectos del reciclaje de los plásticos de uso habitual y para acercarse a la investigación, a través de las nuevas soluciones en morteros y hormigones.

- Los profesores hemos trabajado con entusiasmo para elaborar y organizar las actividades planteadas en el proyecto Aprendizaje-Servicio, empleando las metodologías más adecuadas en cada actividad y las empresas HOLCIM y MAPEI han colaborado tanto en la formación de los alumnos de la ETSEM como en la disposición de materiales para las investigaciones experimentales.

Como conclusión, la realización del proyecto nos ha permitido abordar dos ODS tanto desde el punto de vista técnico como de investigación, aportando nuevas soluciones para luchar contra el cambio climático. Además, ha servido para concienciar a los alumnos de diferentes edades sobre la problemática que existe, con el fin de conseguir futuros adultos responsables, involucrados en el bien común.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Politécnica de Madrid por la financiación del presente trabajo (proyecto Aprendizaje-Servicio APS25.5403), a las empresas MAPEI y HOCIM, al colegio Salesianos Estrecho, a los profesores que han colaborado y creído en el proyecto y en especial a los alumnos de la ETSEM, por su colaboración y por sus ganas de participar.

REFERENCIAS

- Ecoembes (2024). *Medir, clave para avanzar en circularidad*. <https://ecoembes.com/landing/informe-anual-2023/corresponsabilidad/cifras-2023-mas-circulares/>
- EDUCAUSE Horizon Report | *Teaching and Learning Edition* (2023). <https://library.educause.edu/resources/2023/5/2023-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- Folgueiras, P. y Luna, E. (2011). El aprendizaje y servicio, una metodología participativa que fomenta los aprendizajes. *Quaderns digitals: Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad*, 69. ISSN-e 1575-9393
- Hammad, K., Yasir, Y., Muhammad U.F., Usman M., Mumtaz A.Q., Shahnaz, S. (2025). An experimental investigation of mechanical properties of concrete composites reinforced with PET fibers as per ASTM standard. *Sustainable Chemistry for the Environment*. 10, 100241. <https://doi.org/10.1016/j.scenv.2025.100241>
- Mayor, D. (2019). El aprendizaje-servicio como eje articulador de procesos de desarrollo personal-estudiantil y social en el estudiantado universitario. *Perfiles Educativos*, 41(166). <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.166.58835>
- ONU (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Pérez, L. y Ochoa, A. (2017). El aprendizaje-servicio (APS) como estrategia para educar en ciudadanía. *Alteridad*, 12(2), 175-187. <https://doi.org/10.17163/alt.v12n2.2017.04>
- Tapia, M.N. (2010). La propuesta pedagógica del aprendizaje-servicio: una perspectiva Latinoamericana. *Revista científica TzhoeCoen*, 23-43. ISSN 1997-3985