

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

En busca de un entorno sostenible y circular mediante acciones de Aprendizaje-Servicio en Ingeniería

Searching for a sustainable and circular environment through Service-Learning actions in Engineering

Almudena Ochoa Mendoza¹, Marta Ruiz-Santaquiteria¹, Andrés González González¹, Freddys R. Beltran²
almudena.ochoa@upm.es, m.ruizsantaquiteria@upm.es, andres.glezglez@upm.es, f.beltran@upm.es

¹Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y
Diseño Industrial
ETSI Diseño Industrial, Universidad Politécnica
de Madrid
Madrid, España

²Departamento de Ingeniería Química Industrial y
Medio Ambiente
ETSI Industriales, Universidad Politécnica de
Madrid
Madrid, España

Resumen- En este proyecto se ha trabajado en acciones sostenibles, de economía circular a través de la metodología docente del Aprendizaje-Servicio. Para ello, se ha llevado a cabo una investigación en valorización y reutilización de residuos con estudiantes de diferentes titulaciones de ingeniería, a través de las asignaturas de Grado y del Trabajo Fin de Grado. Algunos de estos residuos, poco habituales en la sociedad, pero de importancia en una Escuela de Ingeniería, no cuentan con una línea específica de gestión, y se ha trabajado para darles una segunda vida, actuando de ejemplo de cómo se eliminan materiales aún útiles y concienciando con eso a los estudiantes en la importancia de la minimización, reutilización y reciclaje de los residuos. Por otro lado, con el fin de minimizar el grado de desinformación y confusión detectado tanto en la comunidad universitaria como en la sociedad, se han promovido conferencias y charlas en distintos entornos educativos y de diferentes niveles académicos, en colaboración con asociaciones y ONG, para profundizar en conceptos como el desarrollo sostenible, la economía circular y la gestión de residuos.

Palabras clave: *Aprendizaje-Servicio, economía circular, reciclaje, desarrollo sostenible.*

Abstract- This project focused on sustainable actions and circular economy through the Service-Learning methodology. Research on the valorization and reuse of waste was conducted with engineering students from different degree programs, both through undergraduate courses and Final Degree Projects. Some of the waste streams addressed, although uncommon in society, are relevant within Engineering School and currently lack specific management pathways. The project aimed to give these materials a second life, serving as an example of how still-useful resources are often discarded. This process helped raise awareness among students about the importance of waste minimization, reuse, and recycling. Additionally, in order to reduce the misinformation and confusion observed within both the university community and society at large, the project included the promotion of seminars and conferences in various educational settings and academic levels. These activities were carried out in collaboration with associations and NGOs, with the aim of fostering deeper understanding of key concepts such as sustainable development, circular economy.

Keywords: *Service-Learning, circular economy, recycling, sustainable development.*

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos últimos de la educación en cualquiera de sus etapas es el desarrollo integral de la persona para la transformación del mundo, y para acometer esta tarea la enseñanza universitaria es un espacio privilegiado. Para ello, la metodología del Aprendizaje-Servicio resulta clave, ya que supone aprender a la vez que se ofrece un servicio a la comunidad. Con la metodología ApS los estudiantes aprenden y maduran mediante la participación en experiencias de servicio organizadas para adquirir conocimientos, siendo integradas en el currículum académico, a la vez que se cubren necesidades sociales (Rodríguez Gallego, 2014). Gracias al ApS, el estudiante puede involucrarse con aquellos a quienes ofrece un servicio, adaptándose a sus necesidades y a una realidad que a menudo es muy diferente de la que vive en el aula (Granados Alós, 2025). Puig Rovira y col. (2013) precisan que “la metodología del aprendizaje-servicio es un recurso relevante para lograr una participación auténtica del alumnado en la comunidad, una participación orientada al logro del bien común y a la adquisición de valores y virtudes cívicas”.

Además, el Aprendizaje-Servicio está íntimamente relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Batle, 2019). Favorecer que los estudiantes desarrollen un compromiso con el planeta, con el progreso global y con la sostenibilidad es una tarea fundamental, y para ello, el ApS es una herramienta necesaria e imprescindible.

Por esta razón, en este proyecto se decidió trabajar con los estudiantes universitarios a través de proyectos ApS vinculándolos con asignaturas de Grado relacionadas con la sostenibilidad y la mejora y cuidado del medio ambiente, y con estudiantes de último curso, que de forma voluntaria decidieron trabajar en este proyecto, con el fin de divulgar el conocimiento adquirido en la Universidad a la sociedad, a través de talleres. Para ello, tomando como punto de referencia el desarrollo sostenible en cuestión de residuos y la economía circular, se plantearon los talleres, a la vez que se dio respuesta al interés medioambiental de la sociedad y se desmontaron bulos muy asentados, que, en ocasiones, en defensa del medio ambiente,

ocasionan un daño importante. De esta forma, los estudiantes participantes, no sólo actuaban de transmisores, sino que, además, aprendían de la importancia de la obtención de información de fuentes fiables y especializadas. Además, se estudiaron vías de valorización de residuos sin vía específica de reciclado, y, por tanto, desechados para eliminación, demostrando que podían ser reciclados con éxito, y se organizaron sesiones formativas de concienciación medioambiental y economía circular. De este modo, se trabajó con el ODS 4, desarrollando competencias técnicas y de desarrollo sostenible y competencias generales (liderazgo, trabajo en equipo, comunicación oral, etc.), claves para futuros profesionales de Ingeniería en un modelo económico circular; y los ODS 11 y 12, reciclando materiales sin línea específica de gestión, disminuyendo así el impacto medioambiental de algunas actividades ejecutadas en el seno de la propia Universidad. Asimismo, este proyecto también permitió trabajar el ODS 13, para mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional para adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

Las actividades realizadas en este proyecto se impulsaron desde un laboratorio en una Escuela de Ingeniería de Madrid. Para dar sentido al proyecto, se trabajó desde las acciones ApS para desarrollar una investigación en valorización y reutilización de residuos, muchos de ellos poco habituales y generados en la Escuela, a la vez que se organizaron conferencias divulgativas de concienciación medioambiental relacionadas con la gestión de residuos y la economía circular.

De este modo, el proyecto vinculó la metodología de Aprendizaje-Servicio con asignaturas como “Medio Ambiente” y “Tratamiento de Residuos y Suelos”, así como con el “Trabajo Fin de Grado” (TFG). La asignatura de “Medio Ambiente” es común a todos los grados que se imparten en la Escuela de Ingeniería donde se realiza el proyecto, obligatoria y de la rama Industrial en los Grados de Ingeniería, y se imparte durante el cuarto o sexto semestre, dependiendo de la Titulación. La asignatura de “Tratamientos de Residuos y Suelos” es optativa y se imparte en el séptimo semestre del Grado en Ingeniería Química. Así, a través del proyecto se implicó a estudiantes de diferentes grados de ingeniería en actividades concretas relacionadas con la divulgación y concienciación de la sostenibilidad en temas de residuos. Pero el proyecto tiene como actores principales a estudiantes de último curso que de forma voluntaria quisieron generar e impulsar este proyecto con ayuda de algunos profesores. Y, de ahí surgen los temas de investigación, que se han vinculado con el trabajo fin de Grado.

A continuación, se detallan las actividades desarrolladas en el proyecto ApS a través de las diferentes asignaturas:

A. Acciones de valorización y reutilización de residuos

Para desarrollar esta parte, se trabajó con estudiantes de último curso de diferentes Grados de Ingeniería, que plasmaron sus resultados en sus TFG. En primer lugar, se realizó un estudio de caracterización e identificación de los residuos que se generaban en mayor cantidad en laboratorios y asociaciones y que aun siendo reciclables, eran eliminados por no presentar un sistema de gestión específico.

Algunos ejemplos de estos residuos son los prototipos de impresión 3D de las diferentes asociaciones de la Escuela. Se identificó que se trataba de residuos de poli(ácido láctico) (PLA), un polímero termoplástico que se obtiene a partir de la fermentación de vegetales como el maíz, la yuca o la caña de azúcar, entre otros. Concretamente, se identificaron diferentes grados de PLA y se exploró una vía completa de reciclado mecánico de estos residuos mediante moldeo por compresión (sin separación por grados de PLA) para obtención de placas y fabricación de productos y por extrusión (reciclado más fino por grados) y obtención de nuevo filamento para impresión 3D. Cerrando el círculo completo de economía circular.

Siguiendo con esa línea de investigación del reciclado del PLA y, en colaboración con una Universidad colombiana, se han tratado residuos procedentes del procesado del café, concretamente el endocarpio que recubre el grano de café, conocido como pergamino, para la fabricación de materiales compuestos basados en PLA. Se estudiaron diferentes proporciones de PLA y pergamino, intentando aumentar al máximo la cantidad de pergamino sin comprometer las propiedades mecánicas y térmicas del material.

B. Concienciación sobre economía circular

Para favorecer el conocimiento de los estudiantes y de la sociedad en general sobre economía circular, el desarrollo sostenible y la gestión de residuos, se organizaron diferentes conferencias en distintos ámbitos educativos.

En primer lugar, se propuso una actividad voluntaria y de concienciación medioambiental en la asignatura de “Medio Ambiente”, donde, entre otras actividades, se daba a los estudiantes la oportunidad de participar en el presente proyecto ApS, un mínimo de 10 horas a través de algunas de las actividades propuestas. En esta actividad participaron 30 estudiantes pertenecientes a las distintas Titulaciones de Grado de la Escuela, y con esta actividad obtenían un 10% de la calificación final de la asignatura. Como inicio de esta acción, se organizaron sesiones formativas para estos estudiantes de segundo o tercer curso, en las que el grupo de estudiantes pertenecientes al proyecto y de último curso de la Escuela, junto con profesores de las Escuelas de Ingeniería, se encargaron de desarrollar de manera más profunda y detallada de lo que permite la asignatura, conceptos de economía circular, gestión de residuos, las 7R, etc. Después de estas sesiones formativas, los estudiantes de la asignatura de medioambiente debían completar su conocimiento leyendo documentos relacionados con la materia y elaborar una presentación, que después debían impartir ellos mismos en Colegios o Institutos de nivel educativo de Primaria y Secundaria.

Por otro lado, en la asignatura de “Tratamiento de residuos y suelos” se promovió una actividad de carácter obligatorio en colaboración con la ONG ONGAWA, donde participaron 10 estudiantes de último curso del Grado en Ingeniería Química. Dicha actividad consistió en un taller donde se abordó el análisis del parque tecnológico de Valdemingómez y su necesidad como empresa gestora de residuos, la problemática de salud y medioambiental que conlleva la incineradora y cómo afecta a su entorno. Para ello, se organizaron reuniones con representantes de la asociación de vecinos de Ensanche de Vallecas con el objetivo principal de concienciar a los futuros Ingenieros de la importancia del buen uso de la Ingeniería.

Además, se promovió la divulgación científica relacionada con la sostenibilidad medioambiental y de economía circular en las visitas que se organizaron a un laboratorio especializado en reciclado y procesado de plásticos durante jornadas como “La Semana de la Ciencia” (abierto a toda la comunidad Universitaria, así como a personas ajenas a la misma) o “Jornadas de Puertas Abiertas” para estudiantes universitarios y de Educación Secundaria. contener la necesidad de su realización, objetivos, contexto y público objetivo, así como las actividades del trabajo y recursos utilizados: es decir, metodologías, técnicas y tecnología.

3. RESULTADOS

Los principales resultados obtenidos de este proyecto se recogen a continuación:

A. Resultados de la Valorización y reutilización de residuos

Una vez identificada la composición de los residuos de los prototipos 3D, se procedió a reciclar mecánicamente el material (PLA) primeramente por moldeo por compresión para la obtención de placas. Con esas placas, aprovechando el conocimiento de estudiantes de diseño industrial integrantes en el proyecto, se diseñaron productos que fueron fabricados con las placas mediante corte láser.

Estos productos obtenidos eran la demostración de una segunda vida de los materiales de los residuos y, por otra parte, daba la posibilidad a que los estudiantes pusieran en práctica sus conocimientos sobre materiales, tecnologías de fabricación y diseño industrial. No menos importante, es que, a través de estos productos, se ha podido divulgar y demostrar la importancia del reciclado de los residuos. Por un lado, se obtuvieron marcapáginas, llaveros y figuras de mujeres ingenieras relacionadas con el Día de la Mujer 8M, entre otros. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de los llaveros y de las figuras que se fabricaron con motivo del 8M, con las que se realizó una venta benéfica.



Figura 1. Llaveros y figuras de mujeres ingenieras fabricados con motivo del Día de la Mujer 8M.

También se fabricaron marcapáginas (Figura 2), que se regalaron durante la jornada del Día del Libro a personal y estudiantes de la Escuela y porta móviles.

Otra de las líneas de investigación que se abrieron con los residuos de impresión 3D de PLA, es el reciclado mecánico por extrusión para obtención de nuevos filamentos con los que volver a fabricar productos para prototipado de impresión 3D (Figura 3).

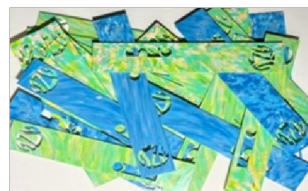


Figura 2a. Marcapáginas **Figura 2b.** Portamóviles fabricados con motivo del día del libro fabricados de residuos, de impresión 3D.



Figura 3. Bobinas de PLA para impresión 3D.

En el caso de los residuos del pergamino de café, se obtuvieron materiales compuestos basados en PLA, añadiendo 10, 20 y 30 % de pergamino respectivamente. Los resultados indican que, a pesar de un ligero descenso de las prestaciones, los materiales compuestos mantienen propiedades aceptables que permitirían su utilización en aplicaciones como cubertería o menaje. De esta forma, se puede incorporar a un producto nuevo un residuo como el pergamino del café.

De este bloque de investigación se han presentado 4 Trabajo Fin de Grado y se ha conseguido una beca de investigación en la Universidad de Pereira para los estudiantes de último curso que forman parte del proyecto. Y en la actualidad, hay dos trabajos fin de grado en marcha en esta línea. Es importante mencionar, que su interés, colaboración y participación en el proyecto, ha sido previa a la adjudicación de su trabajo fin de grado, los cuales se han planteado durante el desarrollo del propio proyecto.

Siguiendo el análisis de identificación de residuos, se plantearon otras líneas de investigación de materiales, en la misma línea que la anterior, de la que resultaron otros 3 trabajos fin de Grado.

El proyecto ha permitido a todos estos estudiantes adquirir competencias transversales como trabajo en equipo y resolución de conflictos entre otras, y ha sido evidente el éxito del aprendizaje de conocimientos técnicos basado en proyectos.

B. Resultados de Concienciación sobre economía circular

Las acciones de concienciación y divulgación sobre economía circular y reciclado de residuos se centraron principalmente en conferencias y charlas dirigidas a estudiantes, a través de las asignaturas de Grado, y a personal ajeno a la Universidad, durante jornadas de divulgación científica organizadas por la Universidad Politécnica de Madrid.

Mediante la asignatura de “Medio Ambiente”, tal y como se ha mencionado anteriormente, los estudiantes prepararon charlas que impartieron a otros estudiantes de niveles

educativos inferiores (Primaria y Secundaria), con el fin de que comenzasen a familiarizarse con conceptos y contenidos relacionados con la sostenibilidad medioambiental, el reciclaje de residuos y la economía circular. Estos talleres de divulgación, adaptados a las edades del alumnado fueron muy bien acogidos por los Colegios e Institutos, participando en total 10 Centros Académicos, realizando talleres en varias aulas y niveles en cada uno de ellos. En la Figura 4 se muestra una charla impartida por estudiantes de la asignatura de “Medio Ambiente” a estudiantes de Educación Primaria, durante una de las visitas.

En total, se ha llegado a unas 800 personas entre estudiantes de Universidad, estudiantes y docentes de primaria y secundaria.



Figura 4. Estudiantes de “Medio Ambiente” de la ETSIDI impartiendo una charla a estudiantes de Educación Primaria.

En cuanto a las visitas que se realizaron al laboratorio *TecPlast*, sirvieron para mostrar algunos ejemplos de la investigación que se realiza de manera habitual en el mismo, aprovechando a poner en valor, entre otros, la importancia del reciclaje de residuos. En la Figura 5 se muestra una fotografía tomada durante una de las Jornadas de Puertas Abiertas.



Figura 5. Visitas divulgativas en el laboratorio *TecPlast*.

Finalmente, para dar a conocer todas las acciones desarrolladas en este proyecto, se creó una cuenta de INSTAGRAM del proyecto para ofrecer una mayor difusión y divulgación de estas.

4. CONCLUSIONES

En este proyecto se ha trabajado desde las acciones de Aprendizaje-Servicio para promover una mayor formación y concienciación sobre contenidos de sostenibilidad medioambiental, ecodiseño y economía circular; a través de la investigación realizada en el laboratorio especializado en el reciclado y procesado de plásticos y de charlas y conferencias impartidas en distintos contextos. Gracias a ello, se han

aclarado conceptos erróneos comunes en la sociedad relacionados con los residuos y sus procesos de reciclaje.

Los estudiantes que participaron en estas actividades pertenecían a Titulaciones de Grado impartidas en una Escuela de Ingeniería, la mayoría de ellos de los últimos cursos académicos. De este modo, se trataba de estudiantes con un buen grado de madurez, especialmente en el caso de la asignatura de “Tratamiento de Residuos y Suelos” y de TFG, lo cual se tradujo en los buenos resultados obtenidos después en las acciones realizadas.

Los estudiantes que han participado en este proyecto han podido adquirir competencias técnicas específicas propias de sus Titulaciones de Grado; así como otras competencias transversales tales como comunicación oral, liderazgo o trabajo en equipo, esenciales para los futuros Ingenieros que están a punto de incorporarse al mundo laboral. Para evaluar el impacto educativo sobre los estudiantes participantes se han realizado entrevistas y cuestionarios. Los resultados obtenidos muestran en primer lugar la amplia satisfacción de los estudiantes con las actividades desarrolladas, así como con las competencias adquiridas durante la ejecución del proyecto. En segundo lugar, se observa un incremento en cuestiones relacionadas con la sostenibilidad y en especial con la gestión de residuos.

Finalmente, algunas de las actuaciones desarrolladas en este proyecto fueron reconocidas con el segundo Premios ApS que ha otorgado la Universidad a la que pertenecen los docentes participantes en el año 2024.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Oficina de Aprendizaje-Servicio de la Universidad Politécnica de Madrid y sus líneas de actuación dentro del marco de las Ayudas de Innovación Educativa por la concesión de los proyectos: “Dando vida a los residuos (acciones ApS- Conecta ETSIDI)” (convocatoria 2022), “Aprendiendo de Economía Circular-En busca de las 7Rs (CONECTA ETSIDI) (convocatoria 2023: APS24.5601) y “Sostenibilidad en acción: concienciación e investigación para un entorno circular” (convocatoria 2024). Se agradece igualmente al Proyecto ES NUESTRO – Fundación Daniel y Nina Carasso y al INNOVA HUB ETSIDI.

REFERENCIAS

- Battle, R. (2019). Objetivos de desarrollo sostenible y ApS. (Consultado el 06/05/2025). <https://roserbatlle.net/aprendizajeservicio/5-aps-en-diferentes-contextos/objetivosde-desarrollosostenible-y-aps/>
- Granados Alós, L., Catalán-Gregori, B. (2025). Aplicación de la metodología Aprendizaje-Servicio en el ámbito universitario. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1–18.
- Puig Rovira, J. M.; Gijón Casares, M.; Martín García, X.; Rubio Serrano, L. (2011). Aprendizaje-Servicio y Educación para la Ciudadanía. *Revista de Educación*, N° Extraordinario, 45-67.
- Rodríguez Gallego, M. R. (2014). El Aprendizaje Servicio como estrategia metodológica en la Universidad. *Revista Complutense de Educación*, 25(1), 95-113