

# Aplicación de una metodología docente innovadora basada en videos para el análisis de la sostenibilidad ambiental en el aprovechamiento energético de residuos alimentarios

## Application of an innovative teaching methodology based on videos to analyze the environmental sustainability of energy production from food waste

Juan J. Espada Sanjurjo<sup>1</sup>, Rosalía Rodríguez Escudero<sup>1</sup>, Gemma Vicente Crespo<sup>1</sup>, L. Fernando Bautista Santa Cruz<sup>2</sup>  
juanjose.espada@urjc.es, rosalia.rodriguez@urjc.es, gemma.vicente@urjc.es, fernando.bautista@urjc.es

<sup>1</sup>Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica, ESCET, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

<sup>2</sup>Departamento de Tecnología Química y Ambiental, ESCET, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

**Resumen-** En el presente trabajo se presenta una actividad de innovación docente cuyo objetivo es aplicar conceptos de sostenibilidad ambiental a tres procesos de obtención de energía, a partir de los residuos alimentarios procedentes del servicio de restauración de uno de los campus de la universidad. Se analizaron tres procesos de valorización energética (transesterificación, licuefacción hidrotérmica y digestión anaerobia) realizados en las instalaciones del centro, para obtener biocombustibles (biodiesel, bioaceite y biogás, respectivamente) a partir de diferentes tipos de residuos. La actividad consistió en el visionado de videos de estos procesos, previamente elaborados; una sesión de debate; una prueba tipo test y una encuesta de satisfacción. La actividad se aplicó en la asignatura de Análisis de Ciclo Vida y Tecnologías Limpias del grado en Ingeniería Ambiental, obteniéndose una respuesta muy positiva por parte de los alumnos participantes.

**Palabras clave:** *Videos docentes, sostenibilidad, ingeniería ambiental.*

**Abstract-** The present work shows the application of an innovative teaching methodology aiming the application of environmental sustainability concepts to different processes for biofuel production from food wastes produced in one campus of our university. For this purpose, teaching videos were prepared for three processes (transesterification, hydrothermal liquefaction and anaerobic digestion) to obtain biofuels (biodiesel, biooil and biogas) were carried out at the Superior School of Science and Technology. The activity was carried out in different steps: video viewing, debate session, formative test, and collection of student opinion through a satisfaction survey. The activity was applied in the course Life Cycle Assessment and Clean Technologies within Environmental Engineering Degree.

**Keywords:** *Teaching video, environmental sustainability, environmental engineering.*

### 1. INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación por la sostenibilidad ambiental ha llevado a su inclusión en todos los sectores, incluida la docencia universitaria. En este sentido, el nuevo Real Decreto RD822-2021 (Ministerio de Universidades, 2021) para la adaptación de

los grados universitarios incluye competencias relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que el alumnado debe adquirir como parte de su formación universitaria. Por ello, la universidad jugará un papel muy relevante en la capacitación de sus alumnos para que perciban la sostenibilidad como un aspecto clave en su formación.

Por otro lado, se ha observado que uno de los aspectos que más afecta al fracaso universitario es la falta de motivación. En este sentido, el alumnado tiene una percepción negativa en el caso de las enseñanzas técnicas, principalmente motivada por la carga de trabajo, lo que provoca su alejamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, traduciéndose en una progresiva desmotivación y bajo rendimiento académico (de la Flor et al., 2020). Para cambiar esta percepción, es necesario introducir cambios en las metodologías de enseñanza, enfatizando el compromiso del estudiantado en el proceso de aprendizaje, que permita aumentar su implicación y lograr una adecuada adquisición de conocimientos. En este contexto, se está produciendo un aumento del uso de metodologías docentes innovadoras que complementen, o incluso sustituyan, a las empleadas más habitualmente en el ámbito universitario (Varas et al., 2023).

Dentro de estas metodologías, cabe destacar el aprendizaje basado en proyectos, las metodologías de aula invertida, la utilización de medios audiovisuales, metodologías basadas en juegos, etc., que se emplean con éxito en la docencia universitaria científico-técnica (de la Flor et al., 2020; Lewin & Barzilai, 2022). Una de las más empleadas en la actualidad es el uso de videos como herramienta docente debido a que no requieren una gran infraestructura para su elaboración y se pueden difundir de forma fácil, lo que hace que tengan gran aceptación por parte del alumnado y de los docentes. (Chowdhury et al., 2019).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, una forma de integrar la sostenibilidad en la docencia universitaria podría ser empleando metodologías docentes innovadoras para que el alumnado adquiera competencias relacionadas con los ODS, a

través de actividades que fomenten su implicación e interés en las mismas.

En este trabajo se presenta una actividad docente basada en videos didácticos para aplicar conceptos de sostenibilidad ambiental a diferentes procesos de obtención de biocombustibles, a partir de residuos. Concretamente se elaboraron tres videos explicativos sobre los procesos de transesterificación, licuefacción hidrotérmica y digestión anaerobia para obtener biodiesel, bioaceite y biogás, respectivamente, empleando aceite usado, residuos de café y restos de comida, procedentes del servicio de restauración del campus de Móstoles de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC).

## 2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

La actividad se llevó a cabo en la asignatura optativa Análisis de Ciclo de Vida y Tecnologías Limpias (ACVTL), que se imparte en cuarto curso del grado en Ingeniería Ambiental.

El objetivo es que el alumnado, una vez visionados los videos en clase, aplique los conocimientos de Análisis de Ciclo de Vida (adquiridos a través de los contenidos de la asignatura) a tres procesos reales, en este caso relacionados con la obtención de energía a partir de residuos. Se pretende, de esta forma, que se trabajen algunas de las competencias de la asignatura, pudiendo obtener una recompensa que mejore la nota final de la asignatura. En la Figura 1 se muestra de forma esquemática los procesos y el objetivo de la actividad realizada.

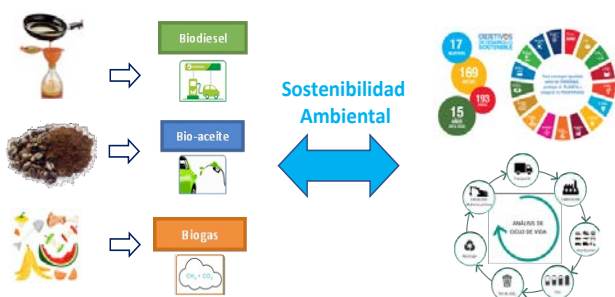


Figura 1

Esquema de los procesos estudiados en la actividad docente y del objetivo de la misma

Para llevar a cabo esta actividad, antes de la misma, el equipo docente elaboró los videos explicativos en los que se explican detalladamente los tres procesos de obtención de energía a partir de residuos, comentados anteriormente. Para ello, se recogieron los residuos generados en el servicio de restauración del campus de Móstoles de la URJC. Posteriormente, se llevaron a cabo los procesos en las instalaciones del centro y, por último, se montaron los videos. En la Figura 2 se muestran imágenes de los residuos, instalaciones experimentales y productos obtenidos en estos procesos.

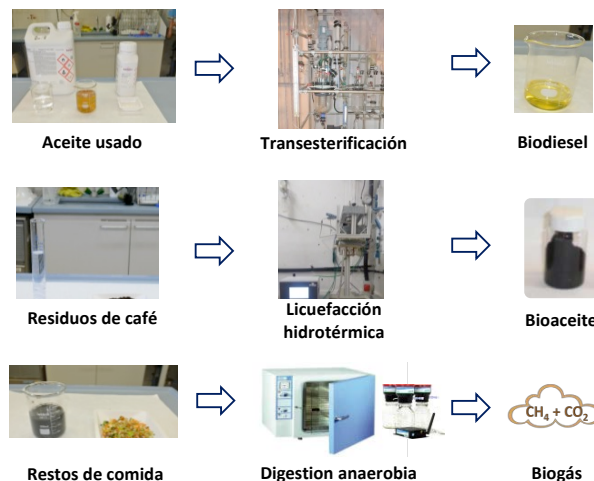


Figura 2

Residuos, instalaciones experimentales y productos obtenidos que se muestran en los videos empleados en la actividad docente

La actividad se realizó en una sesión de clase, una vez que se hubieron explicado los contenidos teóricos necesarios para su realización. Para ello, la sesión se temporalizó en tres partes: visionado de los videos explicativos, con una duración de 25 minutos; debate con los alumnos, durante 20 minutos y resolución de una prueba tipo test durante 15 minutos. El debate con el alumnado sirvió para analizar los procesos mostrados en los videos, y poner en común diferentes aspectos sobre la valorización de residuos y su importancia para la sostenibilidad ambiental. Asimismo, se evaluaron las fortalezas y debilidades de los procesos desde un punto de vista medioambiental. En cuanto a la prueba tipo test, se realizó a través del Aula Virtual de la universidad y consistió en una serie de preguntas relacionadas con la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida (visto previamente en la asignatura), a los procesos mostrados en los videos. Por último, el alumnado realizó una encuesta de satisfacción sobre la actividad, durante 10 minutos, en la que se recogían diferentes aspectos relacionados con la actividad (claridad explicación, duración, dificultad, utilidad para la asignatura, etc.) como se muestra en la Figura 3.



Figura 3

Aspectos recogidos en la encuesta de satisfacción de la actividad docente realizada al alumnado

Para calificar la actividad se valoró la asistencia y participación en la misma (50%) y la nota obtenida en la prueba tipo test (50%). La puntuación obtenida (máximo 1 punto) se

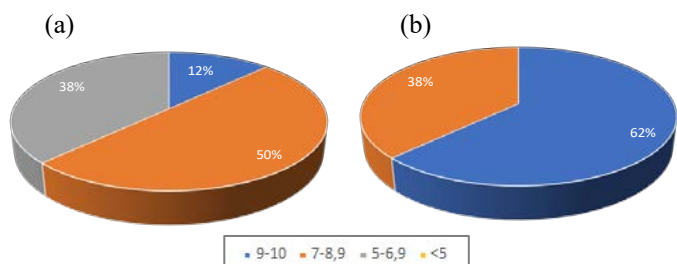
sumaba a la nota final obtenida en la asignatura, siempre que esta fuese igual o superior a 5.

Por último, cabe destacar que con esta actividad el alumnado trabajó tanto competencias generales (razonamiento crítico, compromiso ético o capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica), como específicas (conocimientos y capacidad para aplicar los principios de sostenibilidad a través del análisis del ciclo de vida y de la selección adecuada de fuentes de energía y tecnologías limpias para el diseño ambiental de procesos y productos).

### 3. RESULTADOS

La actividad fue realizada en el curso 2022-23 por todo el alumnado matriculado en la asignatura ACVTL, 8 personas en total, lo que muestra el interés por la actividad.

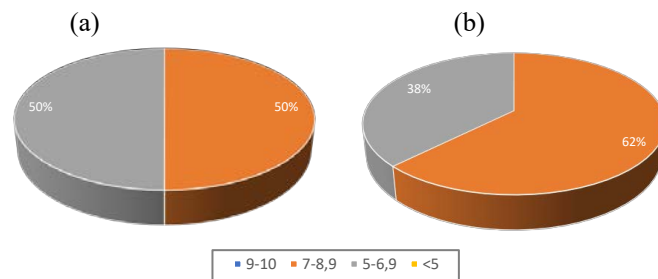
En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos por el estudiantado en la prueba tipo test y la nota final de la actividad. Como puede observarse en la Figura 4a, un 12% obtuvo una calificación de sobresaliente en la prueba, llegando al notable un 50%. Solo el 12% obtuvo una calificación de aprobado. Debe tenerse en cuenta que los alumnos tuvieron que prepararse con anterioridad los conceptos de Análisis de Ciclo de Vida impartidos en la asignatura para responder a las cuestiones planteadas en la prueba, por lo que los resultados obtenidos indican que la gran mayoría del alumnado así lo hizo. Respecto a la nota final de la actividad (donde se ponderaba la asistencia y la nota de la prueba al 50% cada una), se puede observar en la Figura 4b que la mayoría del alumnado obtuvo una nota igual o superior a 9, obteniendo el resto una calificación de notable. Por tanto, los resultados obtenidos pueden considerarse muy satisfactorios.



**Figura 4**

*Resultados obtenidos en la actividad docente: (a) distribución de notas obtenidas en la prueba tipo test y (b) en el global de la actividad*

En la Figura 5 se muestra la calificación final de la asignatura sin considerar la nota de la actividad y considerándola. Se puede observar que los excelentes resultados obtenidos en la actividad repercuten claramente en la mejoría de la nota. Concretamente si el alumnado no hubiese realizado la actividad, un 50% del mismo del mismo habría llegado al notable (entre 7 y 8,9), pero al realizarla, este porcentaje asciende hasta un 62%, gracias a los muy buenos resultados obtenidos en la actividad propuesta.



**Figura 5**

*Distribución de las calificaciones finales de la asignatura: (a) sin realizar la actividad docente y (b) realizando la actividad docente*

Por último, en la Figura 6 se muestran los resultados obtenidos en la encuesta de satisfacción realizada por el alumnado. Como puede observarse el grado de satisfacción es excelente (superior a 4 en todos los ítems), lo que indica la buena acogida de la actividad por parte del estudiantado.



**Figura 6**

*Resultados de la encuesta de satisfacción sobre la actividad docente realizada.*

Por tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos la actividad docente planteada es adecuada y cumple los objetivos para los que se planteó.

### 4. CONCLUSIONES

La realización de la actividad ha servido para que el alumnado aplique conceptos teóricos de la asignatura a casos reales, especialmente los relacionados con la sostenibilidad. Los resultados obtenidos muestran el interés del alumnado en la misma, obteniendo mayoritariamente calificaciones entre notable y sobresaliente. Asimismo, la realización de esta actividad repercutió positivamente en la calificación final de la asignatura, siendo mejor que la que habrían obtenido si no la hubieran hecho. Por último, el grado de satisfacción con la actividad puede considerarse excelente, lo que indica la idoneidad de la misma para el perfil de estudiantes de Ingeniería Ambiental, sugiriendo además la posibilidad de aplicar esta actividad en otros cursos de la titulación o incluso en otras titulaciones científico-técnicas de ramas afines.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida a través del programa “Convocatoria para la distribución de presupuestos de 2022 y 2023 destinados a Actividades de Innovación Docente en la ESCET”

#### REFERENCIAS

- Chowdhury, H., Alam, F., & Mustary, I. (2019). Development of an innovative technique for teaching and learning of laboratory experiments for engineering courses. *Energy Procedia*, 160(2018), 806–811. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.154>
- de la Flor, D., Calles, J. A., Espada, J. J., & Rodríguez, R. (2020). Application of escape lab-room to heat transfer evaluation for chemical engineers. *Education for Chemical Engineers*, 33, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2020.06.002>
- Lewin, D. R. & Barzilai, A. (2022). The flip side of teaching process design and process control to chemical engineering undergraduates – And completely online to boot. *Education for Chemical Engineers*, 39(February), 44–57. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.02.003>
- Ministerio de Universidades. (2021). Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad. *Boletín Oficial Del Estado*, nº 233, 119537–119578. <https://www.boe.es/boe/dias/2021/09/29/pdfs/BOE-A-2021-15781.pdf>
- Varas, D., Santana, M., Nussbaum, M., Claro, S., & Imbarack, P. (2023). Teachers’ strategies and challenges in teaching 21st century skills: Little common understanding. *Thinking Skills and Creativity*, 48(November 2022), 101289. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101289>