



Evaluación de la integración de la formación en ODS en las actividades prácticas de una asignatura del MUII

Evaluation of the integration of SDG training into the practical activities of a subject in the MUII

Esperanza M. Garcia-Castello^{a,b}, Cristina Trull-Hernandis^b, Raúl Mompó-Curell^b, Fermín Sáez-Pardo^b, Jose Luis del Río-Rodríguez^c, M. Amparo Bes Piá^{a,b}, Antonio D. Rodríguez-Lopez^{a,b}, Eva Ferrer-Polonio^{a,b}, María José Luján-Facundo^{a,b}, Manolo Belanche-Paricio^a, Elena Zuriaga-Agustí^a.

^aDpt. Ingeniería Química y Nuclear. Universitat Politècnica de València, e-mails: egarcial@iqn.upv.es; anrodlo@iqn.upv.es; mbespia@iqn.upv.es; evferpo@upvnet.upv.es; malufa@etsii.upv.es; mbelanch@iqn.upv.es; elzuag@iqn.upv.es. ^bInstituto Universitario de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental (ISIRYM), Universitat Politècnica de València, e-mails: critruhe@upv.es; raumomcu@upv.es; fersaepa@etsii.upv.es. ^cInstituto de Tecnología Química (ITQ), Universitat Politècnica de València-Consejo Superior de Investigaciones Científicas, email: jldelrio@itq.upv.es

How to cite: Garcia-Castello, E.M.; Trull-Hernandis, C.; Mompó-Curell, R.; Sáez-Pardo, F.; Del Río-Rodríguez, J.L.; Bes Piá, M.A.; Rodríguez-Lopez, A.D.; Ferrer-Polonio, E.; Luján-Facundo, M.J.; Belanche-Paricio, M. y Zuriaga-Agustí, E. (2024). Evaluación de la integración de la formación en ODS en las actividades prácticas de una asignatura del MUII. En libro de actas: *X Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 11 - 12 de julio de 2024. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2024.2024.18394>

Abstract

This work has analyzed and evaluated both quantitatively and qualitatively the integration of training on SDGs 6, 9, and 12 in various activities of the Industrial Chemical Technology subject's practices within the Master's Degree in Industrial Engineering. The work has been carried out in 2 practices (Mass Balance in non-steady state and Differential Distillation of a binary mixture) during the 2 laboratory sessions and 2 computer classroom sessions available. A series of questions related to the SDGs under study have been proposed in the practice reports that students had to solve. These questions ranged from calculations related to resource consumption and waste disposal to open-ended questions where solutions to certain situations had to be found. It can be concluded that, overall, this initial experience of implementing the SDGs in the subject's practices has been successful, and some improvement proposals are suggested

Keywords: SDGs, Industrial Chemical Technology; Master's Degree in Industrial Engineering; Photovoice; Resource consumption calculation; Waste calculation; Valorization; Environmental awareness

Resumen

En este trabajo se ha analizado y evaluado, cuantitativa y cualitativamente, la integración de la formación en los ODS 6, 9 y 12 en varias actividades de las prácticas de la asignatura

Tecnología Química Industrial del Máster Universitario en Ingeniería Industrial. El trabajo se ha desarrollado en 2 prácticas (Balance de materia en estado no estacionario y Destilación diferencial de una mezcla binaria) durante las 2 sesiones de laboratorio y 2 de aula de informática disponibles. Se han planteado una serie de cuestiones relacionadas con los ODS objeto de estudio en las memorias de las prácticas que los estudiantes debían resolver. Estas cuestiones incluían desde cálculos relacionados con el consumo de recursos y vertido de residuos hasta preguntas de respuesta abierta en las que se debían encontrar soluciones a determinadas situaciones. Se puede concluir que, en general, esta primera experiencia de implementación de los ODS en las prácticas de la asignatura ha sido exitosa y se plantean algunas propuestas de mejora

Palabras clave: *ODS; Tecnología Química Industrial; Máster Universitario en Ingeniería Industrial; Fotovoz; Cálculo de consumo de recursos; Cálculo de residuos; Valorización; Concienciación medioambiental*

1. Introducción

El 25 de septiembre del 2015 tuvo lugar la aprobación de la Agenda 2030, por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas, lo que suponía la creación de un plan de acción general adoptado, por parte de los países interesados, con un compromiso de carácter general en favor de las personas, la protección del planeta y la prosperidad (Naciones Unidas, 2015)

Para cumplir este plan de acción se elaboraron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas que conforman la Agenda 2030 y que deben servir para estimular la acción de los diferentes países en los compromisos dispuestos en dicha Agenda.

Para incorporar a los ODS a las enseñanzas universitarias, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico puso a disposición una guía para universidades, centros de educación superior y el sector académico. Esta guía fue elaborada por la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (Sustainable Development Solutions Network, SDSN) en colaboración con la red de universidades australianas (SDSN Australia/Pacific et al., 2017).

La Universitat Politècnica de València (UPV), ya en el año 2020, presentó los primeros resultados del informe “Los ODS en las universidades españolas; una propuesta de la UPV para medir su grado de cumplimiento”, donde se mostraba un porcentaje de logro superior al 90% en siete de las ocho categorías de análisis que se propusieron (UPV, 2020). Posteriormente, a través de la publicación del Decreto 822/2021 (Ministerio de Universidades, 2021), se estableció que los planes de estudios de los títulos universitarios oficiales, deben tener como referente los principios y valores democráticos y los ODS.

En esa línea, la Universitat Politècnica de València a través de Plan Estratégico 2023-2027 (UPV, 2022) ha agrupado sus objetivos estratégicos en 5 Metas: Sostenibilidad, Internacionalización, Relevancia, Vitalidad y Excelencia (SIRVE) y es a través de estas metas donde ha focalizado sus esfuerzos en relación con los ODS.

Sin embargo, la introducción de los ODS se ha ido haciendo de forma progresiva desde su creación, en muchos casos de forma individual por parte del profesorado, o a nivel institucional. A modo de ejemplo, (Zuin et al. 2019) realizaron modificaciones en las prácticas de laboratorio para obtener aceites esenciales usando tecnologías verdes a partir de residuos locales de una industria cítrica. Otro ejemplo, a nivel de

práctica de laboratorio, es el publicado por (Sanz-Marco et al. 2022) en el cual se fomenta la sostenibilidad rediseñando las prácticas con el uso de reactivos menos contaminantes y más seguros.

A nivel institucional, cabe destacar que en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII) se elaboró el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) denominado “Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII”, con referencia PIME 21-22/281, con el fin de introducir los ODS dentro de los planes de estudio, tal y como marca el Decreto 822/2021.

Como consecuencia de este PIME, en el curso 2022/23, en la asignatura troncal Tecnología Química Industrial (TQI), del Máster Universitario en Ingeniería Industrial (MUII) de la ETSII (UPV), se elaboró una propuesta de adaptación de la asignatura para trabajar los ODS 6, 9 y 12 en las prácticas de laboratorio (Sancho et al. 2023). Dicha propuesta se incluyó en la Guía Docente del curso 2023/24 para su implantación y desarrollo.

2. Objetivos

El objetivo principal de la presente comunicación es integrar y evaluar el efecto de la inclusión de los ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), 9 (Industria, innovación e infraestructuras) y 12 (Producción y consumo responsable) en la asignatura de TQI así como el impacto que esto provoca entre el alumnado.

En particular, se proponen diferentes actividades para trabajar los ODS en todas las sesiones prácticas disponibles (dos sesiones de laboratorio y dos informáticas) de esta asignatura.

Se pretende que el estudiante adquiera estos nuevos conocimientos y los integre en su forma de pensar, plantear los problemas y buscar soluciones.

Para la consecución de este objetivo principal se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Definir y detallar las actividades que, en cada práctica se van a desarrollar, así como el sistema de evaluación aplicado.
- Analizar las calificaciones obtenidas en las memorias de las prácticas, en concreto, en los apartados en los que se evalúan los ODS.
- Realizar un análisis cualitativo y cuantitativo sobre las actividades formativas en ODS realizadas por el alumnado.
- Obtener conclusiones generales tras analizar los resultados mostrados en el presente estudio.
- Plantear propuestas de mejora para valorar su implantación en cursos posteriores.

3. Desarrollo de la innovación

3.1. Descripción de la asignatura

La asignatura Tecnología Química Industrial se imparte en el Máster Universitario en Ingeniería Industrial de la UPV. En función del Grado de procedencia, el alumnado tiene 2 posibles itinerarios: desde el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales se sigue el Itinerario 1 y se cursa la asignatura en el 1º año del máster, mientras que desde otras titulaciones se sigue el Itinerario 2 y se cursa esta asignatura en el 2º año del máster.

Respecto a la estructura de la asignatura, que es de carácter obligatorio y se imparte en el primer cuatrimestre, cuenta con 4,5 créditos ECTS (3,6 ECTS son de teoría y práctica de aula y 0,9 ECTS son prácticas de laboratorio y de informática). La asignatura cuenta con 7 grupos de teoría y 20 grupos de

prácticas entre los que se distribuyen los 311 estudiantes matriculados en el actual curso académico 2023/24.

En la Tabla 1 se muestran las unidades didácticas incluidas en TQI, que se reparten en dos parciales (6 semanas lectivas para cada parcial), así como el sistema de evaluación empleado. Las tres primeras unidades didácticas y la primera práctica son impartidas en el primer parcial y, las dos últimas unidades didácticas y la segunda práctica, en el segundo parcial.

Cabe indicar que, cada práctica se divide en una sesión de práctica de laboratorio (PL) y una sesión de práctica informática (PI). Cada una de estas sesiones consta de 2 horas y 15 minutos. En la PL se realiza la parte experimental y en la PI la parte correspondiente al tratamiento de datos y elaboración de la memoria.

Las principales metodologías de enseñanza aprendizaje empleadas en esta asignatura son: lección magistral con resolución de problemas en las sesiones de teoría (TA) y práctica de aula (PA), prácticas de laboratorio e informáticas y aprendizaje basado en problemas (ABP). Respecto a este último, el alumnado realiza un trabajo en grupo que integra todos los contenidos de la asignatura y que se va desarrollando a lo largo de la misma a través de la presentación de tres entregables.

En cuanto al sistema de evaluación, en cada parcial se realiza un examen que consta de una prueba objetiva (tipo test) y una prueba escrita de respuesta abierta (resolución de problemas), que son recuperables en una prueba final. Respecto a las prácticas, se evalúa el informe presentado y para el ABP, se pondera la nota obtenida en los tres entregables presentados.

Tabla 1. Contenido y sistema evaluación de la asignatura TQI

Unidad didáctica	Nombre	Prácticas	Examen	ABP
1	Introducción a los Procesos Químicos Industriales	Balance de Materia No Estacionario (5%)	Primer parcial (40%)	Trabajo en grupo (ABP) (10%)
2	Balances en Ingeniería Química			
3	Cinética y Reactores			
4	La Planta Química	Destilación Diferencial (5%)	Segundo Parcial (40%)	
5	Operaciones de Separación			

3.2. Descripción de las prácticas de laboratorio

Como se ha comentado en la sección 1, se ha planteado incluir en las prácticas de laboratorio de Tecnología Química Industrial de este curso académico actividades relacionadas con los ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), 9 (Industria, innovación e infraestructuras) y 12 (Producción y consumo responsable) (Sancho et al. 2023).

Esta asignatura cuenta con dos prácticas de laboratorio: Práctica 1- Balance de materia en estado no estacionario (BMNE) y Práctica 2- Destilación diferencial de una mezcla binaria (DDMB).

En la Práctica 1 se estudia la variación en la concentración de sal en un reactor continuo de tanque agitado donde hay una disolución salina y una entrada de agua de red y en la Práctica 2 se lleva a cabo la destilación diferencial de una disolución de etanol y agua al 8 %. Cada práctica de laboratorio tiene su correspondiente

sesión informática, donde se analizan los datos obtenidos en el laboratorio y se elabora y entrega el informe de cada práctica. La estructura de las dos prácticas es la misma:

- 1) Antes de la PL, el alumnado debe realizar un test de autoevaluación en PoliformaT de forma individual, que no puntúa en la evaluación final de la práctica, pero sirve para incentivar a que el alumnado consulte el guion de la práctica y conozca la temática de la misma.
- 2) El profesor/a explica los aspectos más importantes de la PL para asegurar su correcta ejecución. También se les explica que realizarán una serie de actividades relacionadas con la formación en los ODS 6, 9 y 12.
- 3) El alumnado se distribuye en grupos de 3-4 personas y realiza la parte experimental durante la sesión de laboratorio.
- 4) En la PI, el alumnado realiza un informe en el que analizan los datos obtenidos en cada apartado y calculan los parámetros indicados con sus correspondientes conclusiones. Una vez finalizada la sesión de informática, los alumnos entregan el informe correspondiente junto con el archivo Excel utilizado para los diferentes cálculos realizados.

La metodología detallada de cada práctica, tanto de la sesión de laboratorio como informática, puede consultarse en la comunicación publicada por Sancho et al., 2023.

Es importante recalcar que, en este informe se incluye un apartado evaluable centrado en las preguntas y actividades sobre ODS, que se explican con más detalle en la sección 3.3. El informe, se envía al profesor/a, que evalúa cada uno de los apartados siguiendo una rúbrica de corrección.

3.3. Diseño de la innovación

En el presente estudio, se diseñaron preguntas de respuesta abierta y de cálculos matemáticos que abordaban los Objetivos de Desarrollo Sostenible 6 (Agua limpia y saneamiento), 9 (Industria, innovación e infraestructuras) y 12 (Producción y consumo responsable) establecidos por las Naciones Unidas. Las preguntas se formularon para abarcar las metas relacionadas con estos ODS y su aplicabilidad en el ámbito de la Ingeniería Química.

Como se mencionó en la sección 3.2, en esta asignatura se realizan 2 prácticas. En la primera práctica los estudiantes realizan una PL relacionada con el balance de materia en estado no estacionario, seguida de su correspondiente PI. En la segunda práctica, se realiza y estudia el proceso de destilación diferencial de una mezcla binaria siguiendo la misma secuencia PL y PI.

En los informes de las dos prácticas se incluían las cuestiones relacionadas con los ODS a resolver (tabla 2). Las cuestiones planteadas se evalúan por escrito haciendo uso de la técnica de análisis documental. Cada cuestión sobre ODS se califica cuantitativamente como parte de la memoria de prácticas, la cual se califica sobre 10 puntos. Las puntuaciones parciales de las cuestiones que se incluyen dentro de cada memoria se especifican en la tabla 2.

Tabla 2. Cuestiones relacionadas con los ODS y puntuación en las prácticas de la asignatura TQI

Práctica 1: Balance de materia en estado no estacionario		
ODS 12. Meta 12.4	Calcular el gasto total de agua y sal a lo largo de todas las sesiones de prácticas de la asignatura y el ahorro en estas materias primas si se reutiliza la disolución del grupo anterior. Comentar los resultados obtenidos	0,5 puntos
ODS 9. Meta 9b	Razonar brevemente qué impacto puede tener la reutilización de materias primas a nivel industrial sobre la consecución de la meta 9b	0,5 puntos
Práctica 2: Destilación diferencial de una mezcla binaria		
ODS 6. Meta 6.4 ODS 12. Meta 12.5	Calcular el agua que se ha vertido durante el funcionamiento del condensador del montaje de destilación. Proponer una técnica que permita reutilizar en el propio montaje el agua utilizada en el condensador. Indicar cómo contribuiría su implantación a las metas 12.5 y 6.4.	0,5 puntos
ODS 9. Meta 9.5	Proponer una técnica (en fase de investigación o ya implantada a nivel industrial) que permita valorizar algún residuo generado en la industria del whisky	0,5 puntos
ODS 12. Meta 12.5	Fotovoz: Incluir las fotos tomadas en el laboratorio de una actividad de gestión sostenible y otra no sostenible. Comentar su significado y su relación con la meta 12.5	0,5 puntos

4. Resultados

4.1. Análisis de los ODS vinculados a las Práctica 1. Balance de materia en estado no estacionario

Las metas trabajadas en esta práctica han sido, como se expone en el desarrollo de la innovación (sección 3.3) las 9b y la 12.4.

En la Fig. 1 se muestra la distribución cuantitativa de las calificaciones obtenidas en los apartados que evalúan ambas metas. Se observa que para la meta 9b, aproximadamente el 60% de los estudiantes obtienen la calificación de sobresaliente, mientras que alrededor de un 7% tienen una calificación de suspenso (nota inferior a 5,0 puntos). Por el contrario, para la meta 12.4 se aprecia un reparto más homogéneamente distribuido en todos los grupos de nota, con un aumento del porcentaje de alumnos suspensos (un 15% aprox.). Así, se aprecia que, de media, el alumnado obtiene una calificación inferior en la meta 12.4 respecto a la 9b (6,93 frente a 8,10). Este resultado puede deberse a que, la actividad para evaluar la meta 12.4 se requería un cálculo vinculado al gasto de agua y sal. Este procesamiento de datos, aparentemente sencillo, requería realizar pequeñas asunciones que generaron mayor dificultad de la esperada.

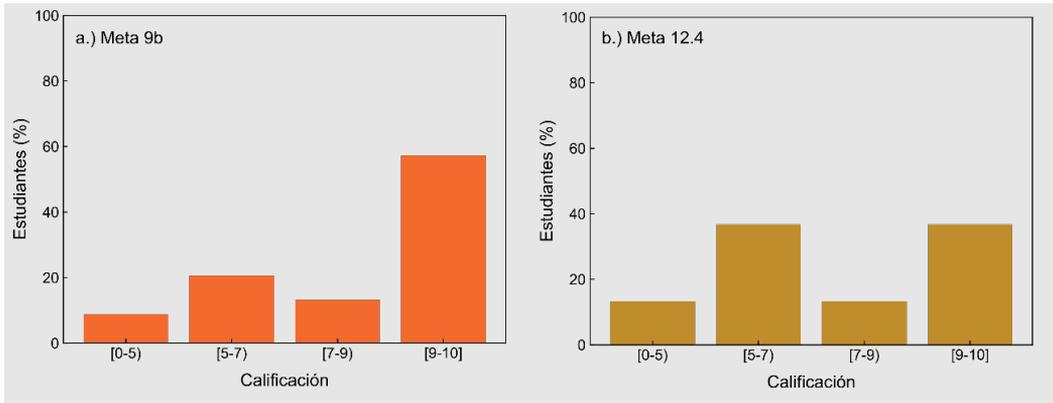


Fig. 1. Diagramas de barras para las calificaciones obtenidas en relación a las metas 9b (a) y 12.4 (b) de los ODS en la práctica 1 (Balance de materia en estado no estacionario).

Las calificaciones están expresadas en base 10, siendo 0 la nota mínima y 10 la nota máxima

La meta 9b se ha evaluado no sólo en términos de la calificación obtenida (Fig. 1a) sino en términos cualitativos basados en la respuesta abierta en la que se debía razonar los impactos reales de una mejor reutilización de las materias primas, en esta práctica, el agua y la sal (Fig. 2).

Se han agrupado las respuestas en 5 bloques (Fig. 2): i) reducir la demanda de agua dulce; ii) reducir la extracción de recursos naturales; iii) minimizar la generación de residuos; iv) reducir costes y v) fomentar la innovación. De entre ellos, los cuatro últimos grupos presentan una mayor frecuencia de respuesta, que oscila entre el 35 y el 60%.

En base al tipo de respuestas mencionadas por los estudiantes, se puede destacar que los futuros egresados tienen un elevado grado de sensibilización por los impactos que el desarrollo de las actividades industriales pueden ejercer sobre el medio ambiente. Según la percepción del alumnado, la opción correspondiente a “Reducir la demanda de agua dulce” es la respuesta menos relevante, lo que coincide con las estadísticas de consumo de agua dulce (INE, 2020), que indican que ese mayor consumo se da en los hogares por lo que perciben que el impacto que puede conseguirse a nivel global con esa reducción no es la opción más relevante.

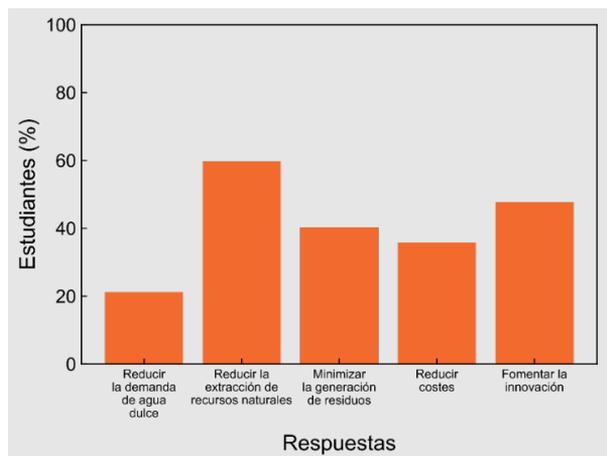


Fig. 2. Diagrama de barras para los impactos identificados por los alumnos en relación a la meta 9b de los ODS en la práctica de balance de materia no estacionario

4.2. Análisis de los ODS vinculados a las Práctica 2. Destilación diferencial de una mezcla binaria

En esta práctica se analizan las metas 9.5, 12.5 y 6.4, con la particularidad de que la meta 12.5 se evalúa individualmente a través de la técnica de fotovoz y conjuntamente con la meta 6.4. En la Fig. 3, se puede observar que las calificaciones de las preguntas representadas según sus notas promedio para las metas 6.4-12.5, 9.5 y 12.5 (Fotovoz), y son 7,99, 8,97 y 9,10, respectivamente.

De nuevo, el análisis de estas calificaciones revela que la nota promedio se sitúa en sobresaliente (o muy cercana al sobresaliente) en aquellas actividades interactivas (como es el caso de proponer impactos de los ODS en la industria, la técnica *Fotovoz*, y propuestas de valorización de residuos) ya que éstas están alineadas con la motivación del alumnado. Resultados similares han sido publicados en la enseñanza de los ODS mediante actividades orientadas a casos de estudio (Vasconcelos et al., 2022). De esta manera, futuras modificaciones en la metodología de la asignatura deben considerar esta valoración positiva. De nuevo, el hecho de incluir un cálculo de vertido (Fig. 3 a), para la evaluación de las metas 12.5 y 6.4 de forma conjunta, tiene como consecuencia una menor calificación en el ejercicio realizado.

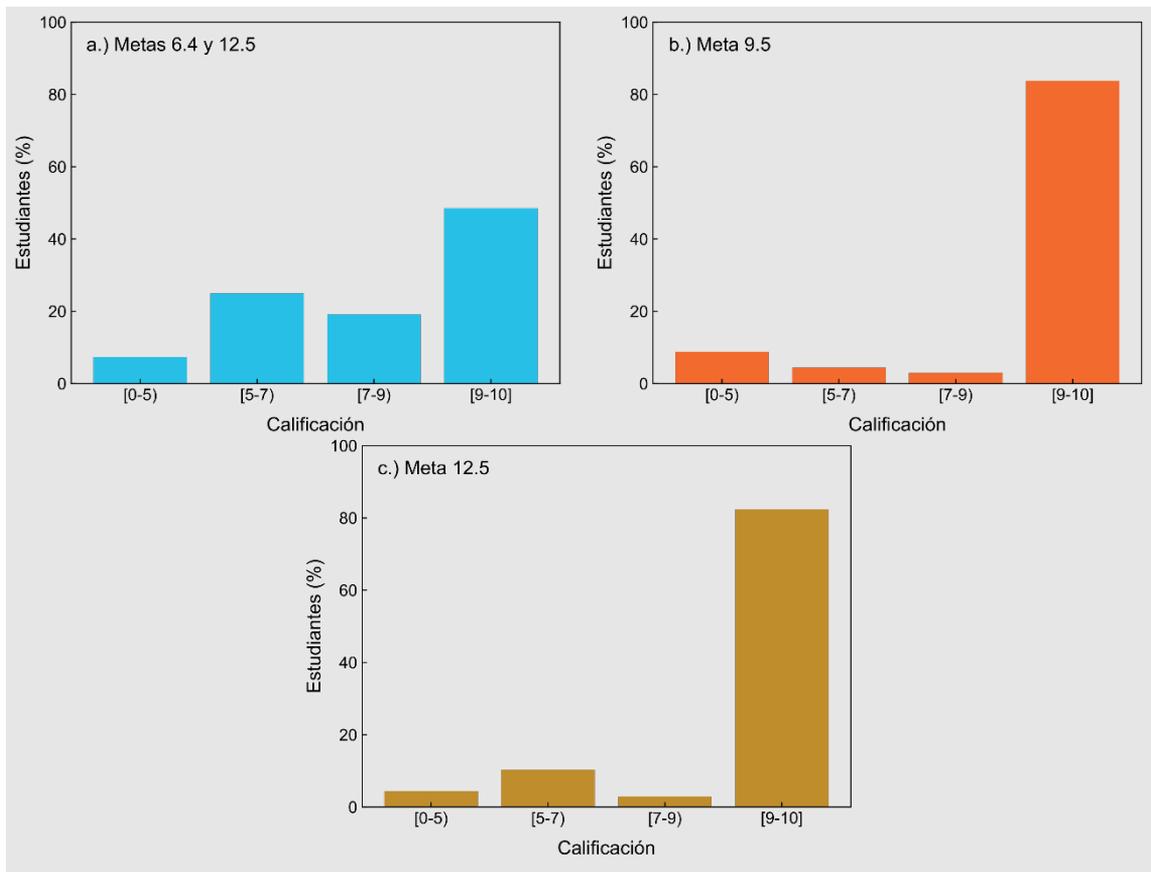


Fig. 3. Diagramas de barras para las calificaciones obtenidas en la práctica de destilación diferencial de una mezcla binaria en relación a las metas 6.4 y 12.5(a), 9.5 (b), y 12.5 (c) de los ODS. Las calificaciones están expresadas en base 10, siendo 0 la nota mínima y 10 la nota máxima

La Fig. 4 pretende reflejar algunas de las respuestas más significativas asociadas a acciones sostenibles o no sostenibles en el desarrollo de la sesión. Entre ellas, la Fig. 4a subraya que más de 2 tercios del alumnado exponen soluciones directamente relacionadas con la práctica (como son la reutilización de la mezcla

etanol-agua y reutilización el agua del circuito de refrigeración). Adicionalmente, la mitad del alumnado identifica acciones no sostenibles claramente relacionadas con la práctica (es decir, derramar agua y desechar continuamente el agua del circuito de refrigeración), según está reflejado en la Fig. 4b. En consecuencia, el profesorado debe considerar que se ha podido responder de manera sesgada teniendo en cuenta únicamente aquellos estímulos relacionados con la sesión de laboratorio, aprovechando para confirmar determinadas expectativas e interpretaciones (Allen, 2011; Kind et al., 2011).

Resulta de interés recoger el estudio realizado por Lull et al. (2021) relativo al aprendizaje de los ODS 6 y 12 en las prácticas de laboratorio de la asignatura “Química” del Grado en Ingeniería Aeroespacial. En este estudio, pudieron constatar conclusiones similares a aquellas expuestas en la Fig. 4 con algunos bloques de respuestas como la gestión de residuos y la necesidad de un adecuado tratamiento para todos ellos (incluyendo agua, papel o guantes), o la importancia del ahorro de agua. En este último caso, el alumnado realizaba un cálculo de la energía consumida en la producción de agua destilada.

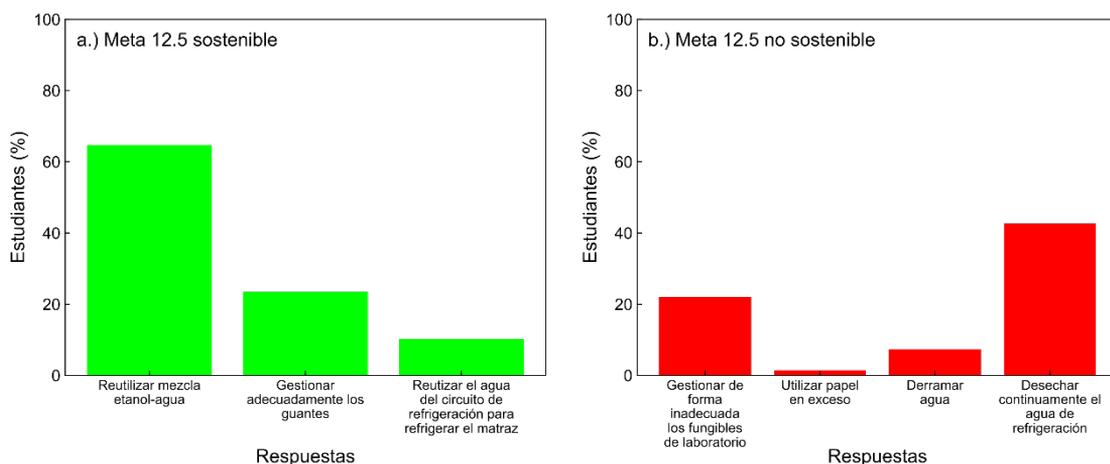


Fig. 4. Diagramas de barras para las acciones sostenibles (a) y no sostenibles (b) identificadas por los alumnos en relación a la meta 12.5 de los ODS en la práctica de destilación diferencial de una mezcla binaria

El profesorado solicita al alumnado en el mismo informe entregado una posible valorización de los residuos generados a nivel industrial en la industria del whisky. El símil de la destilación de bebidas alcohólicas utilizado permite captar puntualmente un grado de atención mayor de los estudiantes. Las respuestas quedan agrupadas en la Fig. 5. Entre las respuestas presentadas, destaca el biocombustible como alternativa más popular, al ser una técnica ampliamente documentada desde 2010.

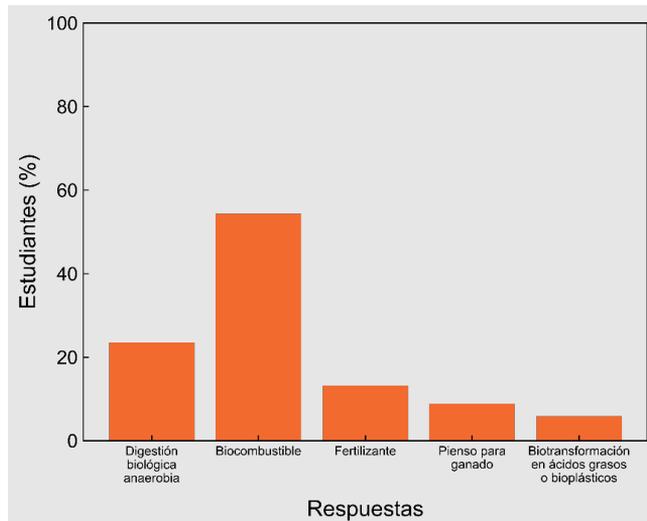


Fig. 5. Diagrama de barras para las propuestas de los alumnos de revaloración de residuos en la industria del whisky en relación a la meta 9.5 de los ODS en la práctica de destilación diferencial de una mezcla binaria

5. Conclusiones

En este trabajo se ha analizado y evaluado cuantitativa y cualitativamente la integración de la formación en los ODS 6, 9 y 12 en varias actividades de las prácticas de la asignatura Tecnología Química Industrial del Máster Universitario en Ingeniería Industrial.

En general, las calificaciones obtenidas en las cuestiones relacionadas con los ODS incluidas en las memorias de las prácticas han sido bastante elevadas, en el rango de 6,93-9,10. Por calificación, las metas que mejores resultados han dado son: 12.5 (9,10) > 9.5 (8,97) > 9b (8,10) > 6.4-12.5 (7,99) > 12.4 (6,93).

Las dos metas estudiadas del ODS 12 “Producción y consumo responsables” son las que han dado cuantitativamente los resultados más extremos, siendo la meta 12.5 la que mejores calificaciones ha obtenido y la 12.4 la que resultados más bajos presenta. Estos resultados para la meta 12.4 parecen deberse a que en su evaluación, se ha requerido la realización de cálculos vinculados al consumo de agua y sal en una de las prácticas, lo que puede haber supuesto una dificultad mayor de la esperada para los estudiantes. Igual que sucedía con la meta 12.4, la evaluación conjunta de las metas 12.5-6.4, que incluía el cálculo de vertidos, proporciona de media la segunda calificación más baja.

La meta 9b, asociado al ODS 9 “Industria, innovación e infraestructuras” se ha evaluado también de forma cualitativa basados en respuesta abierta, destacando que los futuros egresados tienen un elevado grado de sensibilización por los impactos que el desarrollo de las actividades industriales pueden ejercer sobre el medio ambiente.

En la meta 12.5, evaluada también cualitativamente a través del *Fotovoz*, se ha observado que en algunos casos, los estudiantes han forzado situaciones durante el desarrollo de la práctica para poder señalar acciones no sostenibles. En estos casos, los estudiantes han interpretado que debían ceñirse al desarrollo de la práctica y no al funcionamiento general del laboratorio, y al no encontrar situaciones de no sostenibilidad las han provocado.

Se puede concluir que, en general, esta primera experiencia de implementación de los ODS en las prácticas de la asignatura ha sido exitosa.

Para seguir mejorando en la implantación y en la concienciación en ODS en los estudiantes, se propone que, para los siguientes cursos, se destine un poco más de tiempo para los cálculos necesarios para la evaluación de las metas 12.4 y 12.5-6.4, así como mejorar la redacción y clarificar la actividad relacionada con la meta 12.5 Fotovoz.

Referencias

- Allen, M. (2011) Theory-led confirmation bias and experimental persona, *Research in Science & Technological Education* 29(1), 107-127. <https://doi.org/10.1080/02635143.2010.539973>
- INE, Instituto Nacional de Estadística (2020) Agricultura y medio ambiente/Agua/Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176834&menu=ultiDatos&idp=1254735976602 (último acceso: 27 Marzo 2024)
- Kind, P.M., Kind, V., Hofstein, A. & Wilson, J. et al. (2011), Peer Argumentation in the School Science Laboratory-Exploring effects of task features, *International Journal of Science Education* 33(18), 2527-2558. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.550952>
- Lull, C., Bautista, I., Lidón, A. & López-Paz, J.L. (2021) Learning sustainable development goals in chemistry laboratory practicals, *EDULEARN21 Proceedings*, 5195-5201. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.1069>
- 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. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/09/28/822>
- Naciones Unidas (2015). Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. 70/1. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/> (último acceso: 22 marzo 2024).
- Sancho Fernández, M.P.; Mompó Curell, R.; Zuriaga Agustí, E.; Sánchez Arévalo, CM.; Trull Hernandis, C.; Belanche Paricio, M.I., Bes Piá, M.A., Rodríguez-Lopez, A.D., Ferrer Polonio, E. & Luján Facundo, M.J. (2023). Integración de las nuevas competencias transversales UPV y la formación en ODS en las actividades prácticas de una asignatura del MUII. 190-205. <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16647>.
- Sanz-Marco, A., Vila, C., Montesinos-Magraner, M., Monleón, A., Blay, G., Cardona, L., Fernández, I. & Pedro, J.R. (2022). Implementación de los ODS en las Asignaturas de Laboratorio de Química Orgánica en el Grado de Química de la UV. 674-681. <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15910>.
- SDSN (Sustainable Development Solutions Network) (2017) Getting started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector. Australia, New Zealand and Pacific Edition. Sustainable Development Solutions Network – Australia/Pacific, Melbourne. <https://reds-sdsn.es/wp-content/uploads/2017/02/Guia-ODS-Universidades-1800301-WEB.pdf>
- UPV (Universitat Politècnica de València) (2020). Los ODS en las universidades españolas. Noticias de la web. <https://www.upv.es/noticias-upv/noticia-12565-los-ods-en-las-es.html> (último acceso: 22 marzo 2024).

UPV (Universitat Politècnica de València) (2022). Plan Estratégico.

<https://www.upv.es/entidades/SECA/info/771699normalc.html><https://www.upv.es/noticias-upv/noticia-12565-los-ods-en-las-es.html> (último acceso: 22 marzo 2024)

Vasconcelos, C., Silva, J., Calheiros, C.S.C., Mikusinski, G., Iwinska, K., Skaltsa, I.G. & Krakowska, K. (2022), Teaching Sustainable Development Goals to University Students: A Cross-Country Case-Based Study, *Sustainability* 14(3), 1593. <https://doi.org/10.3390/su14031593>

Zuin, V.G., Segatto, M.L., Zandonai, D.P., Grosseli, G.M., Stahl, A., Zanotti, K. & Andrade, R.S. (2019). Integrating Green and Sustainable Chemistry into Undergraduate Teaching Laboratories: Closing and Assessing the Loop on the Basis of a Citrus Biorefinery Approach for the Biocircular Economy in Brazil. *Journal of Chemical Education* 96, 2975-2983. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00286>

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación de este trabajo por parte del Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València (UPV), a través del Proyecto: “Innovación y mejora educativa aplicada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ETSII” (PIME/21-22/281), concedido en la Convocatoria de Aprendizaje y Docencia (A+D) del curso 2021-22 del Instituto de Ciencias de la Educación.