





## Impulso a los Objetivos de Desarrollo Sostenible a través de las prácticas de laboratorio

### *Promoting Sustainable Development Goals through laboratory practices*

Cristina Lull<sup>a</sup>, Josep Llinares<sup>b</sup>, M<sup>a</sup> Desamparados Soriano<sup>c</sup> y Francisca Ramón<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Química, Universitat Politècnica de València, [clull@upvnet.upv.es](mailto:clull@upvnet.upv.es), , <sup>b</sup>Departamento de Química, Universitat Politècnica de València, [jollipa@qim.upv.es](mailto:jollipa@qim.upv.es), , <sup>c</sup>Departamento de Producción Vegetal, Universitat Politècnica de València, [asoriano@prv.upv.es](mailto:asoriano@prv.upv.es), , <sup>d</sup>Departamento de Urbanismo, Universitat Politècnica de València, [frarafer@urb.upv.es](mailto:frarafer@urb.upv.es), .

**How to cite:** Cristina Lull, Josep Llinares, M<sup>a</sup> Desamparados Soriano y Francisca Ramón. 2022. Impulso a los Objetivos de Desarrollo Sostenible a través de las prácticas de laboratorio. En libro de actas: *VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 6 - 8 de julio de 2022.  
<https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15806>

---

### **Abstract**

*Universities have a responsibility to help students develop sustainability skills as well as to work towards achieving the Sustainable Development Goals (SDGs). The SDGs, the core of the 2030 Agenda, seek to transform our world and comprise the main development challenges for humanity. Universities provide students with knowledge, skills, values and attitudes that favor a transformation in the way of thinking and acting in favor of sustainable development, facilitating them as agents of change. In the first-year Chemistry laboratory practices, aspects related to the SDGs were worked on, such as waste management and water saving. After the laboratory practices, the students answered two questionnaires related to the SDGs. The students showed that they knew the purpose of the SDGs. 91.4% of the students indicated that after the laboratory practices their awareness of the importance of proper handling of chemical waste had increased to a great extent, and 82.9% of the need to save tap water and distilled water during the practices. This shows that students can be agents of change and teachers facilitators of education for sustainable development.*

**Keywords:** Sustainable Development Goals, SDG, teaching laboratory, Chemistry, University

---

### **Resumen**

*Las universidades tienen la responsabilidad de ayudar a los estudiantes a desarrollar competencias de sostenibilidad, así como de trabajar por la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Los ODS, núcleo de la Agenda 2030, buscan transformar nuestro mundo y comprenden los principales desafíos de desarrollo para la humanidad. Las universidades proporcionan conocimientos, habilidades, valores y actitudes a los estudiantes que favorecen una transformación en la forma de pensar y actuar a favor del desarrollo sostenible, facilitando que sean agentes de cambio. En las prácticas de laboratorio de*

*Química de primer curso se trabajaron aspectos relacionados con los ODS, como el manejo de residuos y el ahorro del agua. Tras las prácticas los estudiantes contestaron dos cuestionarios relacionados con los ODS. Los estudiantes mostraron que conocían la finalidad de los ODS. El 91,4% indicaron que tras las prácticas de laboratorio había aumentado en gran medida su concienciación sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos químicos y un 82,9% sobre la necesidad de ahorrar agua del grifo y agua destilada durante las prácticas. Esto demuestra que los estudiantes pueden ser agentes de cambio y los docentes facilitadores de la educación para el desarrollo sostenible.*

**Palabras clave:** *Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, laboratorio de prácticas, Química, Universidad.*

## 1. Introducción

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible tiene como eje central 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que son globales y universales, de ahí que también se les denomine Objetivos Globales. Dichos objetivos se pueden incluir en las llamadas 5 P por sus siglas en inglés y que corresponden en español a Planeta, Personas, Prosperidad, Paz y Alianzas (Figura 1). Los ODS tienen como finalidad construir un mundo mejor, terminando con la pobreza y el hambre, mejorando la salud y el bienestar de todas las personas, mejorando la calidad de la educación, empoderando a las niñas y las mujeres, promoviendo la prosperidad económica, la inclusión social, la sostenibilidad medioambiental, la paz y el buen gobierno, para todos los pueblos para el año 2030. Los ODS tienen 169 metas cualitativas y cuantitativas que se pueden plasmar en indicadores.



Fig. 1 Las 5 P del Desarrollo Sostenible

Las universidades generan y difunden conocimiento entre sus estudiantes, investigadores y la entera sociedad. Cada día son más las universidades que se comprometen a trabajar por el desarrollo sostenible y el logro de los ODS (EUAC, 2021; Mallow et al., 2020; Vilalta et al., 2018). Como se indica en el documento “Cómo empezar con los ODS en las universidades” (SDSN-Australia/Pacific, 2017), el compromiso de las universidades con los ODS beneficia a ellas mismas ya que pueden demostrar que tienen capacidad de impacto en la sociedad, de realizar nuevas alianzas, de formar en este tema, de atraer financiación y de mostrar su verdadero compromiso. No es una tarea sencilla, ya que los desafíos sociales, económicos y ambientales son complejos y requieren una transformación en profundidad de la sociedad para que todos los individuos sean agentes de cambios que participen en la consecución de los ODS. Los ODS requieren un cambio en nuestros estilos de vida y una transformación en nuestra forma de actuar y pensar (UNESCO, 2017). Los docentes juegan un papel primordial en dicha transformación como facilitadores e impulsores de la educación para el desarrollo sostenible. El año 2020 marcó el inicio de una década de acciones ambiciosas con el fin de alcanzar los Objetivos para 2030. La década de acción exige acelerar las soluciones sostenibles dirigidas a los principales desafíos del mundo incluidos en los ODS. En dichas acciones se cuenta con las acciones por parte de las personas, incluidas la juventud y los círculos académicos.

Las universidades pueden ayudar a los estudiantes a convertirse en ciudadanos responsables y activos, con una visión clara de los desafíos actuales y futuros de la sostenibilidad y el desarrollo sostenible. En los últimos años ha crecido el número de artículos que describen la incorporación de los ODS a los planes de estudio, actividades extracurriculares, etc. (Albareda-Tiana et al., 2018; Álvarez et al., 2021; Gómez-Martín et al., 2021; Mori Junior et al., 2019; Ramirez-Mendoza et al., 2020; Sánchez-Carracedo et al., 2021). La Guía “Acelerando la educación para los ODS en las universidades” (SDSN, 2020) tiene un suplemento que recoge casos que muestran las diferentes formas en que las universidades pueden integrar los elementos de la educación para los ODS en actividades de aprendizaje y enseñanza (SDSN, 2020; [blogs.upm.es/education4sdg](https://blogs.upm.es/education4sdg)).

En el Informe de la Segunda Encuesta Mundial sobre Educación Superior e Investigación para el Desarrollo Sostenible de la Unión Internacional de Universidades (Mallow et al., 2020) se menciona que el ODS 4 (Educación de calidad) es en el que la mayoría de las universidades participan. Le siguen de cerca el ODS 5 (Igualdad de género) y el ODS 13 (Acción por el clima), siendo los ODS menos abordados por las universidades el ODS 14 (Vida submarina), el ODS 2 (Hambre Cero) y el ODS 12 (Producción y consumo responsable). También se indica que se está incrementando la atención al ODS 12 y que es probable que aumente el esfuerzo para lograr los objetivos establecidos para este ODS.

De acuerdo con el documento “Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivos de aprendizaje” publicado por la UNESCO (2017), “La educación, fundamental para alcanzar todos estos objetivos, cuenta con su propio objetivo específico, el ODS 4, que se ha propuesto "garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos". Caben destacar las metas 4.3 “De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria” y 4.7 “De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles ...”. Ramos (2021) menciona que la educación superior se ha identificado explícitamente en la meta 4.3 y que se viene considerando como uno de los factores que permiten alcanzar todos los ODS, por los impactos que los ODS tienen en la educación

superior. Hay que tener en cuenta que metas e indicadores relacionados con la educación también están incluidos en otros ODS.

En el documento mencionado anteriormente de la UNESCO (2017) también se recogen competencias transversales clave para lograr los ODS, como adquirir las habilidades para evaluar las consecuencias de las acciones (competencia de anticipación), para reflexionar sobre los valores, percepciones y acciones propias (competencia de pensamiento crítico), para aprender de otros (competencia de colaboración), para evaluar de forma constante e impulsar las acciones que uno mismo realiza (competencia de autoconciencia), para idear opciones de solución equitativa que fomenten el desarrollo sostenible (competencia integrada de resolución de problemas). Las prácticas de laboratorio de Química de primer curso son una oportunidad para que los estudiantes pueden adquirir hasta cierto grado las competencias mencionadas.

Además, para las prácticas de laboratorio se pueden concretar objetivos específicos de aprendizaje relacionados con los ODS tanto del dominio cognitivo, como del socioemocional y conductual. El dominio cognitivo hace referencia al conocimiento necesario para comprender los ODS, entendiendo lo que ha conllevado a su definición y los desafíos que conlleva su logro; el dominio socioemocional hace referencia tanto a las habilidades sociales que al adquirirlas los alumnos quedan capacitados para colaborar y comunicarse con la finalidad de promover los ODS, como a las habilidades, valores, actitudes e incentivos de autorreflexión que les permiten desarrollarse; el dominio conductual describe las competencias de acción (UNESCO, 2017).

El trabajo que aquí se presenta se enmarca dentro del Proyectos de innovación y Mejora Educativa (PIME) “Avanzando hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la UPV: Proyecto poliODS” concedido en la convocatoria Aprendizaje + Docencia PIME 2020 y cuya finalidad es desarrollar estrategias para la implantación de los ODS en el aula a través de actividades significativas relacionadas con las competencias específicas y transversales de las asignaturas de diferentes titulaciones.

## **2. Objetivos**

El objetivo principal de este trabajo es mostrar los resultados de una experiencia de aprendizaje llevada a cabo en las prácticas de laboratorio con la finalidad de incrementar la concienciación de los estudiantes sobre la consecución de los ODS.

## **3. Material y métodos**

La experiencia educativa se llevó a cabo en las prácticas de laboratorio de Química, en el grupo del primer curso que recibe la enseñanza en inglés del Grado en Ingeniería Aeroespacial de la Universitat Politècnica de València. Los alumnos matriculados son 47 en el curso 2021-2022. Los alumnos realizan 4 prácticas de laboratorio de 3 horas. Tras finalizar la tercera de las cuatro prácticas se solicitó a los estudiantes que junto a la memoria de la práctica realizaran un cuestionario sobre los ODS (cuestionario primero). En el cuestionario se solicitaba permiso a cada estudiante para publicar los datos obtenidos, así como se le indicaba que los datos obtenidos se iban a tratar de manera anónima y con fines educativos y de acuerdo con la normativa vigente. También se les indicaba que el cuestionario tenía como finalidad conocer el nivel de conocimiento, concienciación y actitudes de los estudiantes hacia los ODS y la Agenda 2030, así como otros temas clave para la implicación en el logro de un futuro sostenible entre los miembros de la comunidad académica. Al finalizar la cuarta y última práctica se solicitó a los estudiantes que hicieran un cuestionario

final sobre los ODS. El cuestionario se tituló “Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en las prácticas de laboratorio de Química: aportando tu granito de arena” (cuestionario final). Ambos cuestionarios junto con los resultados se presentan en el apartado resultados.

#### 4. Resultados

En la Tabla 1 se recogen objetivos de aprendizaje relacionados con el ODS 3 (Salud y bienestar) que se han trabajado en las prácticas de laboratorio. Por su relación con reactivos químicos se ha trabajado con los estudiantes el ODS 3. La meta 3.9 establece “De aquí a 2030, reducir considerablemente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la polución y contaminación del aire, el agua y el suelo”. En la práctica primera se explica a los estudiantes las Fichas de Seguridad de los productos químicos, incluyendo las frases H (indicaciones de peligro) y P (consejos de prudencia). Con las frases H se hace hincapié en los peligros físicos, para la salud humana y para el medio ambiente. Los estudiantes realizan un ejercicio que consiste en la búsqueda de información de distintos reactivos químicos, incluyendo las frases H y P y la toxicidad de dichos reactivos. Cuando se explican las medidas de seguridad en un laboratorio de química se explica la importancia del cumplimiento de una serie de normas básicas importantes para su seguridad y salud y la de todo el grupo. El estudiante se compromete a vivir dichas normas en el laboratorio por su bien y el del grupo a través de la firma de un documento que sube a PoliformaT (plataforma de teleformación y espacio para compartir información entre profesores y alumnos de la UPV).

Tabla 1. Objetivos de aprendizaje para el ODS 3 trabajados en las prácticas de laboratorio.

| ODS 3 Salud y bienestar                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objetivos de aprendizaje cognitivos       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El alumno conoce los efectos negativos que tienen sobre la salud los reactivos químicos que utilizan en las prácticas de laboratorio.</li> <li>2. El alumno conoce datos relacionados con la toxicidad de los reactivos químicos.</li> </ol>                                                                                                      |
| Objetivos de aprendizaje socioemocionales | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El alumno es capaz de motivar a otros a decidir y actuar a favor del uso de medidas de precaución para evitar riesgos en el uso de los reactivos químicos peligrosos.</li> <li>2. El alumno es capaz de comprometerse personalmente para promover un ambiente de trabajo en el laboratorio sin riesgos para sí mismo y sus compañeros.</li> </ol> |
| Objetivos de aprendizaje conductuales     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El alumno es capaz de incluir en las prácticas de laboratorio a lo largo de la asignatura conductas que promuevan la salud.</li> <li>2. El alumno tiene la capacidad de percibir cuando otros estudiantes necesitan ayuda y de buscar ayuda para sí mismo y otros.</li> </ol>                                                                     |

Se trabajó también en las prácticas el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) (Tabla 2). Su meta 6.3 es “De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial”. Otro de los ODS que se trabajó fue el ODS 12 (Producción y consumo responsables) (Tabla 2) y la meta 12.3 que establece “De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial” y la meta 12.5 “De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”. El ODS 12 presenta un reto para producir y consumir menos, lo que también conlleva un aumento del reciclaje, reutilización y reducción.

En las prácticas se explica a los estudiantes la manera de obtener el agua destilada y el gasto de agua y energético que conlleva esta producción, así como la importancia de no generar residuos innecesarios. Se les comentó la política medioambiental de la UPV en relación a la recogida y tratamiento de residuos. Se explica la manera de lavar el material del laboratorio para ahorrar agua del grifo y agua destilada. También se les explica que se ha reducido la escala de los experimentos con la finalidad de ahorrar agua y reactivos. En las memorias de prácticas los estudiantes reflejan entre las observaciones la importancia de ahorrar agua.

*Tabla 2. Objetivos de aprendizaje para el ODS 6 y ODS 12 trabajados en las prácticas de laboratorio.*

| ODS 6 Agua limpia y saneamiento y ODS 12 Producción y consumo responsables |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objetivos de aprendizaje cognitivos                                        | 1. El alumno comprende la importancia de la calidad del agua, y las causas, efectos y consecuencias de la contaminación del agua.                                                                                                                              |
| Objetivos de aprendizaje socioemocionales                                  | 1. El alumno es capaz de hablar sobre las medidas de ahorro de agua y de reactivos.<br>2. El alumno es capaz de sentirse responsable por su uso del agua y de los reactivos.                                                                                   |
| Objetivos de aprendizaje conductuales                                      | 1. El alumno es capaz de reducir su huella hídrica individual y de ahorrar agua en sus hábitos diarios.<br>2. El alumno es capaz de planificar, implementar, evaluar y replicar actividades que contribuyan con un aumento de la calidad y seguridad del agua. |

De manera transversal en las prácticas se trabajó el ODS 4 (Educación de calidad). El profesor transmitió a los estudiantes el papel de la educación para crear un mundo más sostenible y alentó a los estudiantes a reconocer la importancia de sus propias habilidades para mejorar el trabajo y el emprendimiento, así como la importancia de trabajar adecuadamente en el laboratorio ya que el laboratorio de química es el lugar donde se comprueba la validez de los principios químicos.

Yeerum et al. (2022) ante la imposibilidad de que los estudiantes asistieran a las prácticas de laboratorio durante la pandemia de la COVID-19 desarrollaron una iniciativa para que los estudiantes pudieran hacer en casa una práctica de química analítica utilizando reactivos no peligrosos, utilizando un kit que les enviaban a sus casas antes de la clase síncrona. Estos autores mencionan que con esta iniciativa apoyan los ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 4 (Educación de calidad), ODS 10 (Reducción de desigualdades). Estos autores comentan que los experimentos realizados en casa con el kit LAH (Laboratorio en Casa, por sus siglas en inglés (Lab-At-Home)) eran seguros y que el uso del kit LAH alienta a los estudiantes y profesores a conocer el concepto de Química Analítica Verde y apoya también el ODS 12 (Producción y consumo responsable), en concreto la meta 12.2 “De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales” y la meta 12.4 “De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente”.

El cuestionario primero tenía el siguiente esquema: una breve introducción sobre los ODS, un breve realce de la importancia de la Química en la consecución de los ODS y la imagen de los iconos de los 17 ODS (Figura 2), además de 10 preguntas multiopción (Tabla 3).



En 2015, las Naciones Unidas realizaron una llamada universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas disfruten de paz y prosperidad para el año 2030. Este marco, que comprende 17 objetivos a los que se aspira, conocidos como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), está siendo adoptado por los gobiernos, la industria y muchas otras organizaciones en todo el mundo. El mundo entero está trabajando para lograr los ODS.

La química juega un papel esencial para ayudar a la sociedad a alcanzar los ODS. La química ofrece nuevas soluciones para reducir la contaminación y sus impactos en la salud humana. La aplicación de la química verde y sostenible puede ayudar a eliminar o reducir la contaminación química peligrosa.

La UPV está implicada en la consecución de los 17 ODS.



Fig. 2 Introducción al primer cuestionario

A continuación, se recogen las preguntas y resultados del cuestionario primero (Tabla 3)

Tabla 3. Primer cuestionario sobre los ODS

| Pregunta                                                                                                                                 | Respuestas posibles <sup>1</sup>                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Concomimiento de la finalidad de los ODS</b>                                                                                          |                                                                                                                                                                                                            |
| 1. Los ODS buscan                                                                                                                        | <b>a. Proteger el planeta y asegurar la prosperidad de todos. (100%)<sup>2</sup></b><br>b. Enviar ayuda humanitaria.<br>c. Asistir a los refugiados de guerra.<br>d. Acabar con las grandes corporaciones. |
| <b>Conocimiento de problemas que subyacen a los ODS. Dimensión ambiental y social.</b>                                                   |                                                                                                                                                                                                            |
| 2. ¿Qué porcentaje de las aguas residuales resultantes de las actividades humanas se vierte en los ríos o el mar sin ningún tratamiento? | a. 20 % <b>(2,9%)</b><br>b. 40 % <b>(11,4%)</b><br>c. 60 % <b>(5,7%)</b><br><b>d. Más del 80% (80%)</b>                                                                                                    |
| 3. En 2017, ¿cuántas personas en el mundo no disponían de agua potable para beber?                                                       | a. 125 millones<br>c. 623 millones <b>(11,4%)</b><br>b. 374 millones <b>(2,9%)</b><br><b>d. Más de 888 millones (85,7%)</b>                                                                                |
| 4. ¿Cuántas personas en todo el mundo carecen de instalaciones básicas para lavarse las manos en casa?                                   | a. Mil millones <b>(2,9%)</b><br>c. <b>Tres mil millones (65,7%)</b><br>b. Dos mil millones <b>(17,1%)</b><br>d. Cuatro mil millones <b>(11,4%)</b>                                                        |
| <b>Concienciación sobre acciones para la consecución de los ODS</b>                                                                      |                                                                                                                                                                                                            |
| 5. Hasta el momento, ¿ha aumentado tu concienciación sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos químicos?                  | a. En gran medida. <b>(91,4%)</b><br>b. Algo. <b>(8,6%)</b><br>c. Muy poco.<br>d. Para nada.                                                                                                               |

|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. Hasta ahora, ¿ha aumentado tu concienciación sobre la necesidad de ahorrar agua del grifo y agua destilada durante las prácticas? | a. En gran medida. <b>(82,9%)</b><br>b. Algo. <b>(17,1%)</b><br>c. Muy poco.<br>d. Para nada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Implicación personal en la consecución de los ODS</b>                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 7. ¿Podemos cada uno de nosotros contribuir al cumplimiento de los ODS?                                                              | a. No, necesitamos hacerlo a través de planes establecidos para ello.<br><b>b. Sí, con pequeñas contribuciones como reciclar. (100%)</b><br>c. Sí, con aportaciones económicas considerables.<br>d. No, es imposible participar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8. ¿Dónde has colocado los guantes desechados?                                                                                       | a. Contenedor orgánico.<br><b>b. Contenedor específico. (100%)</b><br>c. Contenedor amarillo.<br>d. Contenedor azul.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Percepción de la utilidad de los ODS</b>                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9. ¿Qué opinas sobre la utilidad de los ODS?                                                                                         | a. Son útiles y aplicables en mi vida personal. <b>(91,2%)</b><br>b. Son aplicables y útiles en mi futuro desempeño profesional. <b>(82,4%)</b><br>c. Mejoran la formación que me brinda la universidad. <b>(50%)</b><br>d. Contribuyen a que la docencia de la asignatura sea actual. <b>(41,2%)</b><br>e. Contribuyen a tomar conciencia de las problemáticas más extendidas a escala global; por ejemplo, la pobreza, el hambre y la desigualdad. <b>(88,2%)</b><br>f. Promueven valores humanistas y la convivencia pacífica en la sociedad. <b>(73,5%)</b><br>g. Conciencian sobre los daños ambientales y el compromiso de cada uno/a para aportar soluciones a este problema. <b>(91,2%)</b><br>h. Aseguran que el alumnado adquiera conocimientos teórico-prácticos para promover el desarrollo sostenible y estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural. <b>(73,5%)</b><br>i. Los ODS no tienen ninguna utilidad. <b>(0%)</b> |
| <b>Abordaje de los ODS en los estudios universitarios</b>                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10. En tus estudios universitarios, ¿se han abordado los ODS en alguna asignatura?                                                   | a. Sí <b>(97,1%)</b> <b>En blanco 2,9%</b><br>b. No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 11. Si la respuesta es afirmativa, ¿cómo se ha hecho?                                                                                | a. Como un tema específico dentro de una asignatura. <b>(11,8%)</b><br>b. En una conferencia o taller sobre los ODS. <b>(0%)</b><br>c. Los ODS se han planteado en actividades relacionadas con el mundo real. <b>(32,4%)</b><br>d. Se han realizado actividades de concienciación y/o sensibilización sobre los ODS. <b>(23,5%)</b><br>e. Se han abordado de forma interdisciplinar, relacionándolos con otros temas y/o asignaturas. <b>(35,3%)</b><br>f. Se han integrado en dos o tres temas de la asignatura. <b>(11,8%)</b><br>g. Se han incluido en sesiones de laboratorio. <b>(91,2%)</b><br>h. Se han abordado en actividades realizadas en el aula (prácticas de aula). <b>(38,2%)</b><br>i. Se han abordado en la evaluación de cualquier asignatura. <b>(14,7%)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

<sup>1</sup>En negrita respuesta correcta. <sup>2</sup> Entre paréntesis y en negrita, porcentaje de estudiantes que han respondido cada opción.

El 100% de los estudiantes conocían la finalidad de los ODS, que es proteger el planeta y asegurar la prosperidad de todos. En un estudio realizado por Lull et al. (2021a) donde se preguntó la misma cuestión a estudiantes de esta misma asignatura, pero del curso anterior, así como a estudiantes de otras asignaturas de la UPV, obtuvieron el mismo porcentaje de acierto, aunque también hubo asignaturas con porcentaje inferior.

Un aspecto importante en las prácticas de laboratorio es concienciar a los estudiantes de realizar un consumo responsable tanto del agua del grifo como del agua destilada, además de no contaminar el agua al



eliminar los residuos en envases adecuados. Lo recién mencionado está relacionado con varios ODS, entre ellos el ODS 3 (Salud y bienestar), como con el 6 (Agua limpia y saneamiento), 12 (Producción y consumo responsables) y 15 (Vida de ecosistemas terrestres). Como se ha mencionado anteriormente, los estudiantes tienen que conocer los problemas ambientales, sociales y económicos que subyacen los ODS, de ahí que se les plantearan las preguntas 2 a 4. La cuestión 2 pertenece a la dimensión ambiental; el 80% de los estudiantes mostraron conocer que, a nivel global, más del 80% de las aguas residuales procedentes de las actividades humanas se vierten en los ríos o en el mar sin ningún tratamiento (WWAP, 2017), lo que puede provocar su contaminación. En relación a la dimensión social, el 85,7% de los estudiantes encuestados contestaron correctamente a la pregunta 3 que preguntaba sobre el número de personas en el mundo que no disponían de agua potable para beber. Sin embargo, un porcentaje menor, 65,7% contestaron correctamente al número de personas en todo el mundo que carecen de instalaciones básicas para lavarse las manos en casa.

Las cuestiones 5 y 6 trataban de la concienciación del estudiante en relación a determinadas acciones. La cuestión 5 preguntaba si había aumentado su concienciación sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos químicos; el 91,4% contestaron que en gran medida, lo que viene a demostrar el papel del profesor como facilitador en la concienciación de los estudiantes. La cuestión 6 preguntaba si había aumentado su concienciación sobre la necesidad de ahorrar agua del grifo y agua destilada durante las prácticas; el 82,9% contestaron que, en gran medida, lo que indica que el profesor tiene que seguir haciendo hincapié en este tema.

Las preguntas 7 y 8 trataban de la implicación personal en la consecución de los ODS a través de acciones. El 100% indicaron que cada individuo puede contribuir al cumplimiento de los ODS mediante pequeñas contribuciones como reciclar. El profesor en las prácticas hace hincapié en desechar los guantes utilizados en el contenedor específico para ellos, sin embargo, es una práctica bastante habitual que se desechen en el contenedor para los plásticos. Sin embargo, el 100% de los estudiantes indicaron que habían depositado los guantes utilizados en el contenedor específico para éstos. En otro estudio, Lull et al. (2021b) obtuvieron que el 95,1% de los estudiantes tiraban los guantes en un contenedor específico.

La cuestión 9 trataba sobre la utilidad de los ODS. Un alto porcentaje de estudiantes (más del 80%) indicaron que son útiles y aplicables en su vida personal, conciencian sobre los daños ambientales y el compromiso de cada uno/a para aportar soluciones a este problema, contribuyen a tomar conciencia de las problemáticas más extendidas a escala global (por ejemplo, la pobreza, el hambre y la desigualdad) y son aplicables y útiles en su futuro desempeño profesional.

En la cuestión 10 se les preguntaba si en sus estudios universitario se había abordado los ODS en alguna asignatura y el 97,1% contestaron afirmativamente. Por último, en la cuestión 11, se les preguntó por cómo se habían abordado los ODS en sus estudios universitarios y el 91,2% contestó que se habían incluido en las sesiones de laboratorio. El 38,2% contestó que se han abordado en actividades realizadas en las prácticas de aula. Sería interesante que el trabajo en el aula o en el laboratorio tuviera en cuenta casos del mundo real, así como un abordaje interdisciplinar. Solo un 32,4% de los estudiantes dicen que los ODS se han planteado en actividades relacionadas con casos reales y un 35,3% indican que los ODS se han abordado de forma interdisciplinar, relacionándolos con otros temas y/o asignaturas.

Como el primer cuestionario, el cuestionario final tenía una breve introducción (Cuadro 1).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, fueron adoptados por todos los Estados miembros de las Naciones Unidas en 2015 como una llamada universal a la acción para acabar con la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas disfruten de paz y prosperidad para 2030. Hay 17 ODS para transformar nuestro mundo. Algunos de los 17 ODS son: hambre cero, buena salud y bienestar, educación de calidad, agua limpia y saneamiento, industria, innovación e infraestructura, consumo y producción responsable, acción por el clima, alianzas para alcanzar los Objetivos.

Cada uno de nosotros puede cuidar nuestro planeta. Al cambiar nuestros hábitos y tomar decisiones que tengan efectos menos dañinos para el medio ambiente, tenemos el capacidad de construir un mundo más sostenible para todos. Además, los Laboratorios de Química de la UPV quieren minimizar el impacto ambiental de las sesiones de laboratorio.

*Cuadro. 1 Introducción al cuestionario final*

Tras la introducción, el cuestionario tenía 4 preguntas (Tabla 4).

*Tabla 4. Cuestionario final sobre los ODS*

| Pregunta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Explica qué ODS están relacionados con la siguiente acción.<br>1. Todos los residuos líquidos o sólidos que requirieron un tratamiento especial fueron depositados en contenedores adecuados durante las sesiones de laboratorio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Explica qué ODS están relacionados con la siguiente acción.<br>2. Ningún residuo químico peligrosos debe eliminarse por el fregadero del laboratorio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3. Después de haber realizado las prácticas de laboratorio de química, ¿ha aumentado tu concienciación sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos químicos?<br>a. En gran medida. <b>(84,6%)</b><br>b. Algo. <b>(15,4%)</b><br>c. Muy poco.<br>d. Para nada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4. El acceso al agua es un derecho humano. Los países enfrentan desafíos crecientes relacionados con la escasez de agua, la contaminación del agua, la degradación de los ecosistemas relacionados con el agua y la cooperación sobre cuencas hidrográficas transfronterizas. La escasez de agua afecta a más del 40 por ciento de la población mundial y se prevé que aumente. En 2017, aproximadamente 3 mil millones de personas en todo el mundo carecían de la capacidad de lavarse las manos de manera segura en casa, una de las formas más baratas, fáciles y efectivas de prevenir la propagación de enfermedades como el coronavirus. La disponibilidad de agua se está volviendo menos predecible en muchos lugares. En algunas regiones, las sequías están exacerbando la escasez de agua y, por lo tanto, afectan negativamente la salud y la productividad de las personas y amenazan el desarrollo sostenible y la biodiversidad en todo el mundo. En la primera sesión de laboratorio te dijeron que “Usaremos el agua necesaria en los experimentos y para limpiar el material y no más = no desperdiciar agua”. De esta forma, estás contribuyendo a alcanzar el ODS 6: Garantizar el acceso al agua y al saneamiento para todos.<br>¿Tuviste en cuenta la necesidad de ahorrar agua del grifo y agua destilada durante las prácticas de laboratorio?<br>a. En gran medida. <b>(92,3%)</b><br>b. Algo. <b>(7,7%)</b><br>c. Muy poco.<br>d. Para nada. |

En relación a la cuestión 1 del cuestionario final, el 55,6% de los estudiantes dijeron que el ODS relacionado con la siguiente afirmación “Todos los residuos líquidos o sólidos que requirieron un tratamiento especial fueron depositados en contenedores adecuados durante las sesiones de laboratorio” era el ODS 12, el 50% el ODS 6 (Figura 3) y en menor medida se relacionó con el ODS 13, ODS 14, ODS 15 y ODS 3. A pesar de que en el cuestionario se pedía al alumnado que explicara dicha relación solo 4 estudiantes lo hicieron, mediante las siguientes explicaciones:

AL 1. La afirmación está relacionada con los ODS enmarcados en Proteger el Planeta, porque desechar todas las sustancias correctamente asegura que no se esté dañando el planeta debido a nuestras operaciones en el laboratorio debido a que las sustancias peligrosas y tóxicas se tratan como corresponde.

AL 2. Esta acción se relaciona con el ODS 6 “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”, y el ODS 14: “Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos”. Esto se debe a que más del 80% de las aguas residuales que resultan de las actividades humanas son vertidas a mares y ríos sin el tratamiento requerido, por lo que, para evitar una mayor contaminación del agua, todos los residuos líquidos o sólidos que requerían un tratamiento especial fueron depositados en contenedores adecuados, en lugar de ser tirados por el fregadero del laboratorio. Esta misma respuesta es la que dio para la cuestión 2 del cuestionario final.

AL 3. Se relaciona con el ODS 12 “Producción y consumo responsable” y ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles” debido a que se trata de saber qué hacer con sustancias que pueden causar daños severos al medio ambiente, por lo que se fomenta que las personas actúen de manera responsable cuando se consumen estos productos y esto favorece el desarrollo de comunidades más sostenibles.

AL 4. Se relaciona con el ODS 4 “Educación de calidad”, ODS 6 “Agua limpia y saneamiento”, ODS 12 “Consumo responsable”. Cuando los reactivos químicos no se tratan como se debe es muy fácil contaminar. Debemos ser responsables con nuestras acciones.

Con qué ODS relacionas la afirmación "Todos los residuos líquidos o sólidos que requirieron un tratamiento especial fueron depositados en contenedores adecuados durante las sesiones de laboratorio"

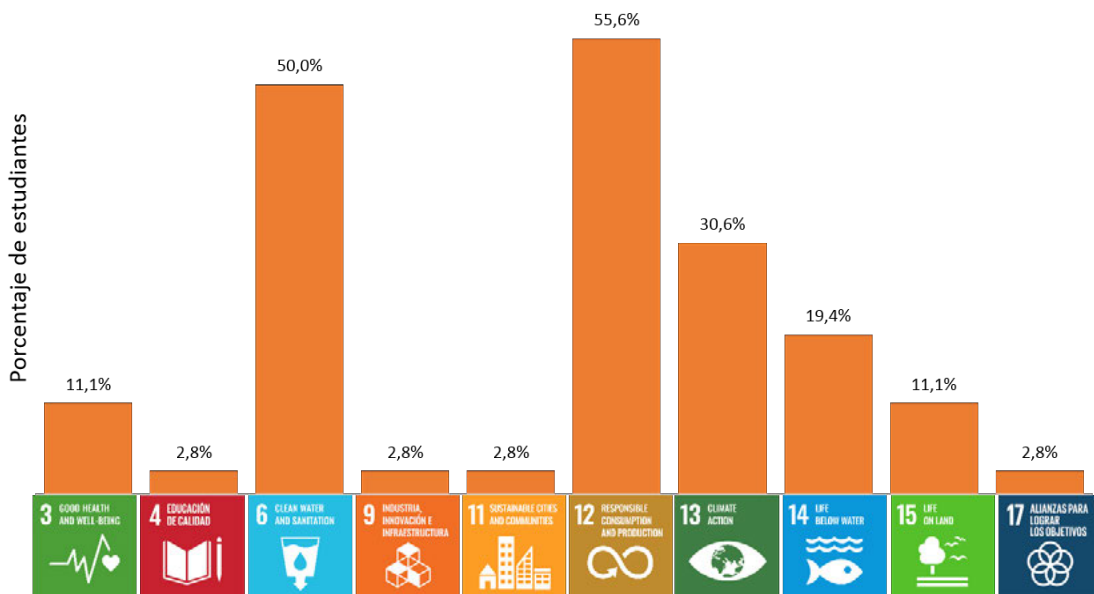


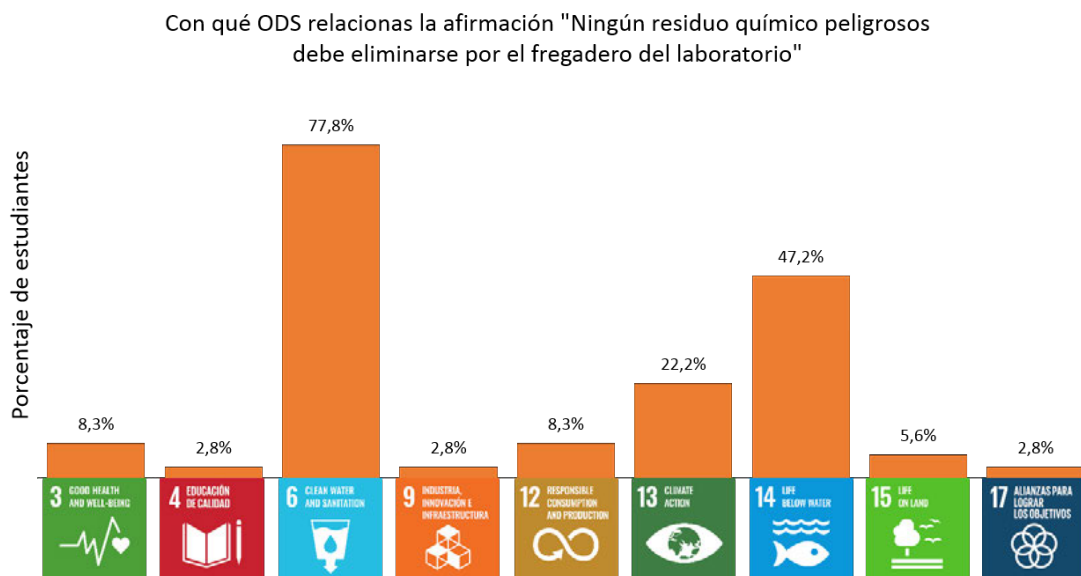
Fig. 3 Respuesta de los estudiantes a la cuestión 1 del cuestionario final

En relación a la cuestión 2 del cuestionario final, el 77,8% de los estudiantes dijeron que el ODS relacionado con la siguiente afirmación “Ningún residuo químico peligrosos debe eliminarse por el fregadero del laboratorio” era el ODS 6, el 47,2% el ODS 14 (Figura 4) y en menor medida se relacionó con el ODS 13, ODS 12 ODS 3 y ODS 15. La mayoría de alumnos solo indicaron el número de ODS con la que estaba relacionada la afirmación. Se recogen la explicación de los mismos alumnos mencionados anteriormente.

AL 1. Está relacionado con el ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” y ODS 14 “Vida submarina” porque si tratamos todas las sustancias correctamente, evitaremos que los residuos químicos vayan al agua natural y dañen la vida submarina y contaminen el agua misma, que también es esencial para nosotros.

AL 3. ODS 3 “Salud y bienestar”, porque incide directamente en la salud, no solo de nosotros mismos, sino también de quienes nos rodean.

AL 4. ODS 4 “Educación de calidad”, ODS 13 “Acción por el clima”, ODS 14 “Vida submarina” porque sabemos que dicha acción puede ser perjudicial y el agua puede contaminarse si no se tiene en cuenta.



*Fig. 4 Respuesta de los estudiantes a la cuestión 2 del cuestionario final*

Un porcentaje elevado de estudiantes (84,6%) dijeron que en gran medida había aumentado su concienciación sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos químicos tras haber realizado las prácticas de laboratorio de química (cuestión 3). El alumno AL3 comentó que, durante las sesiones de laboratorio, el estudiante se preocupa por la buena marcha de los experimentos y también por tratar de consumir lo menos posible para evitar desperdiciar reactivos que, no solo son costosos económicamente, sino que pueden dañar al medio ambiente.

También un porcentaje elevado de estudiantes (92,3%), indicó que en gran medida había tenido en cuenta la necesidad de ahorrar agua del grifo y agua destilada durante las prácticas de laboratorio (cuestión 4). El alumno AL 3 comentó que en cada sesión de práctica se tomaba más en serio el reducir su consumo de agua, porque no todos pueden beber agua limpia todos los días, a pesar de que el problema no es la falta de agua, sino su distribución. Por eso, consideraba que desperdiciar el agua (y también los alimentos) es una falta de respeto a quienes no tienen acceso a este recurso básico.

Las cuestiones 3 y 4 fueron preguntadas a estudiantes de la misma asignatura el curso anterior (2020-2021) y para la cuestión 3 se obtuvo un resultado similar (85%), mientras que para la cuestión 4 se obtuvo un resultado inferior (67,5%).

En la Universidad de Pretoria, Mundy (2021) exploró el valor añadido para los estudiantes de química de primer curso que conllevaba el integrar los ODS en un experimento a microescala sobre contaminación industrial. Los estudiantes pudieron identificar una amplia selección de ODS y razonar su relevancia para el experimento adecuadamente. Además, la mayoría de los estudiantes indicaron que su experiencia en el laboratorio se enriqueció con la inclusión de los ODS y que deseaban aprender más sobre éstos y respaldaron su inclusión como un atributo de un graduado.

## 5. Conclusiones

En este trabajo se presenta una experiencia educativa que se llevó a cabo con alumnos de primer curso en las prácticas de laboratorio de Química con la finalidad de incrementar su concienciación sobre aspectos relacionados con los ODS, como son el manejo de residuos y el ahorro del agua. La química tiene un papel importante que desempeñar para lograr una vida humana sostenible en la tierra. Sin embargo, los productos químicos a veces son vistos como la causa principal de los problemas ambientales por parte del público en general. La educación química puede jugar un papel importante en la educación sobre temas ambientales, especialmente a través de las prácticas de laboratorio. Los estudiantes pueden ser agentes de cambio para crear un mundo más sostenible.

## 6. Referencias

- Albareda-Tiana, S., Vidal-Raméntol, S., & Fernández-Morilla, M. (2018). Implementing the sustainable development goals at University level. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(3), 473–497. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2017-0069>
- Álvarez, I., Etxeberria, P., Alberdi, E., Pérez-Acebo, H., Eguia, I., & García, M. J. (2021). Sustainable Civil Engineering: Incorporating Sustainable Development Goals in Higher Education Curricula. *Sustainability*, 13(16), 8967. <https://doi.org/10.3390/SU13168967>
- EUAC. (2021). *Annual SDG Accord Report 2021. Progress towards the Global Goals in the University and College Sector. Environmental Association for Universities and Colleges (EAUC)*. [https://www.sustainabilityexchange.ac.uk/files/sdg\\_accord\\_report\\_-\\_2021.pdf](https://www.sustainabilityexchange.ac.uk/files/sdg_accord_report_-_2021.pdf)
- Gómez-Martín, M. E., Gimenez-Carbo, E., Andrés-Doménech, I., & Pellicer, E. (2021). Boosting the sustainable development goals in a civil engineering bachelor degree program. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(8), 125–145. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2021-0065>
- Lull, C., Pérez-De-Castro, A., Leiva-Brondo, M., Atarés Huerta, A., Lajara-Camilleri, N., Vicent, J., Palacios, L., Pérez Esteve, É., Ramón Fernández, F., Desamparados, M., Soto, S., & Meló, A. V. (2021a). ¿Qué saben de los ODS los alumnos de la UPV? Análisis preliminar. *IN-RED 2021: VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia En Red*, 1106–1119. <https://doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13781>
- Lull, C., Bautista, I., Lidón, A., & López-Paz, J. L. (2021b). Learning Sustainable Development Goals in chemistry laboratory practicals. *EDULEARN21 Proceedings*, 5195–5201. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.1069>
- Mallow, S., Toman, I., & van't Land, H. (2020). *IAU 2nd Global Survey Report on Higher Education and Research for Sustainable Development*. [https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/iau\\_hesd\\_survey\\_report\\_final\\_jan2020.pdf](https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/iau_hesd_survey_report_final_jan2020.pdf)

- Mori Junior, R., Fien, J., & Horne, R. (2019). Implementing the UN SDGs in Universities: Challenges, Opportunities, and Lessons Learned. *Sustainability: The Journal of Record*, 12(2), 129–133. <https://doi.org/10.1089/sus.2019.0004>
- Mundy, C. (2021). The value of integrating the UN SDGs with a microscale experiment for chemistry students. *Book of Proceedings of the 29th Annual Conference of the Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 259–270. [https://saarmste.org/images/Conference\\_Proceedings/SAARMSTE2021-Online/Proceedings\\_final\\_draft\\_MQ\\_Print.pdf](https://saarmste.org/images/Conference_Proceedings/SAARMSTE2021-Online/Proceedings_final_draft_MQ_Print.pdf)
- Ramirez-Mendoza, R. A., Morales-Menendez, R., Melchor-Martinez, E. M., Iqbal, H. M. N., Parra-Arroyo, L., Vargas-Martínez, A., & Parra-Saldivar, R. (2020). Incorporating the sustainable development goals in engineering education. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 14(3), 739–745. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12008-020-00661-0>
- Ramos, D. I. (2021). Contribución de la educación superior a los Objetivos de Desarrollo Sostenible desde la docencia. *Revista Espanola de Educacion Comparada*, 37, 89–110. <https://doi.org/10.5944/reec.37.2021.27763>
- Sánchez-Carracedo, F., Segalas, J., Bueno, G., Busquets, P., Climent, J., Galofré, V. G., Lazzarini, B., Lopez, D., Martín, C., Miñano, R., de Cámara, E. S., Sureda, B., Tejedor, G., & Vidal, E. (2021). Tools for Embedding and Assessing Sustainable Development Goals in Engineering Education. *Sustainability*, 13(21), 12154. <https://doi.org/10.3390/SU132112154>
- SDSN-Australia/Pacific. (2017). Getting started with the SDGS in Universities: A guide to for Universities, Higher Education Institutions and the Academic Sector. In *Sustainable Development Solutions Network*. <https://resources.unsdsn.org/getting-started-with-the-sdgs-in-universities>
- SDSN. (2020). *Accelerating education for the SDGS in universities: a guide for universities, colleges and tertiary and higher education institutions*. <https://resources.unsdsn.org/accelerating-education-for-the-sdgs-in-universities-a-guide-for-universities-colleges-and-tertiary-and-higher-education-institutions>
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals. The Global Education 2030 Agenda*. <http://www.unesco.org/open-access/terms-%0Ahttp://www.unesco.org/open-access/terms-use-cbysa-en>
- Vilalta, J. M., Betts, A., & Gómez, V. (2018). Higher Education's role in the 2030 agenda: The why and how of GUNi's commitment to the SDGs. In *Sustainable development goals: actors and implementation. A report from the international conference*. (pp. 10–14).
- WWAP. (2017). *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource*. <http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20448/WWD32017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yeerum, C., Issarangkura Na Ayuthaya, P., Kesonkan, K., Kiwfo, K., Suteerapataranon, S., Panitsupakamol, P., Paengnakorn, P., Chinwong, D., Chinwong, S., Saenjum, C., Vongboot, M., & Grudpan, K. (2022). Lab-at-Home: Hands-On Green Analytical Chemistry Laboratory for New Normal Experimentation. *Sustainability*, 14(6), 3314. <https://doi.org/10.3390/su14063314>