






Física sostenible: Inclusión de ODS en la educación de ingeniería

Sustainable Physics: Inclusion of SDGs in Engineering Education


César González-Pavón ^a, Sergio Castiñeira-Ibañez ^b, Patricia Arizo-García ^c, Rubén Simeón ^d y Daniel Tarrazó-Serrano ^{e,*}

^aDepartament de Física Aplicada, ETSEAMN, Universitat Politècnica de València, csagonpa@upv.edu.es 

^bDepartament de Física Aplicada, ETSET, Universitat Politècnica de València, sercasib@fis.upv.es 

^cDepartament de Producció Vegetal, ETSEAMN, Universitat Politècnica de València, patargal@etsiamn.upv.es 

^dDepartament de Producció Vegetal, ETSEAMN, Universitat Politècnica de València, rusibro@etsiamn.upv.es 

^eDepartament de Física Aplicada, ETSEAMN, Universitat Politècnica de València, dtarrazo@fis.upv.es 

*Autor para correspondencia.

How to cite: González-Pavón, C.; Castiñeira-Ibañez, S.; Arizo-García, P.; Simeón, R. y Tarrazó-Serrano, D. (2024). Física sostenible: Inclusión de ODS en la educación de ingeniería: *X Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 11 - 12 de julio de 2024. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2024.2024.18386>

Abstract

This research assesses how higher education instills Sustainable Development Goal 13 (Climate Action) and its impact on the awareness and knowledge of engineering students. The urgency of climate change establishes education as a key tool to foster commitment to the SDGs. Surveys conducted before and after awareness sessions identified an initial lack of knowledge about the SDGs, with 60% of the students initially unaware of them. However, a significant increase in understanding post-intervention was recorded, reflecting the influence of the discipline on receptivity to sustainability. The study also revealed variations in perception based on gender, age, and educational background; women and older students had a sharper awareness of climate issues, and those from public education had a greater knowledge of the SDGs compared to those from private backgrounds. These findings point to the need for adaptive teaching methods and for integrating the SDGs more effectively into curricula and research, thus preparing future professionals to meet the challenges of global sustainability

Keywords: *SDG-13; Physics; climate change; sensibilization*

Resumen

Esta investigación evalúa cómo la educación superior inculca el Objetivo de Desarrollo Sostenible 13 (Acción por el Clima) y su efecto en la conciencia y conocimientos de los estudiantes de ingeniería. La urgencia del cambio climático impone la educación como herramienta clave para impulsar el compromiso con los ODS. Mediante encuestas realizadas antes y después de sesiones de concienciación, se identificó una carencia inicial de conocimientos sobre los ODS, con un 60% de los estudiantes inicialmente ajenos a estos. Sin embargo, se registró un aumento significativo en la comprensión post-intervención,

reflejando la influencia de la disciplina en la receptividad a la sostenibilidad. El estudio también reveló variaciones de percepción según género, edad y origen educativo; las mujeres y estudiantes mayores tenían una consciencia más aguda del clima, y los provenientes de la educación pública, mayor conocimiento de los ODS comparado con los de entornos privados. Estos datos apuntan a la necesidad de métodos de enseñanza adaptativos y de integrar los ODS de forma más efectiva en los currículos y la investigación, preparando así a los futuros profesionales para enfrentar los desafíos de la sostenibilidad global.

Palabras clave: ODS-13; Física; cambio climático; sensibilización

1. Introducción

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) forman parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible adoptada por las Naciones Unidas en septiembre de 2015. La agenda consta de 17 objetivos y 169 metas para erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar la prosperidad para todos (ONU, 2015). Los ODS abordan los desafíos más apremiantes del mundo: la desigualdad económica, el cambio climático, la pobreza y la exclusión social. Se basan en los logros de los Objetivos del Milenio, una agenda de ocho objetivos establecida en el año 2000 para abordar los problemas más críticos del mundo. Estos continúan esta agenda pero se centran en un enfoque más amplio e integrado del desarrollo sostenible. Los objetivos apuntan a garantizar que todos los países trabajen juntos para lograr un crecimiento sostenible y una mejor calidad de vida (Leal et al., 2022). Además, están diseñados para ser ambiciosos y universales, aplicables a todas las naciones independientemente de su Producto Interno Bruto (Weitz et al., 2023). El propósito de la Agenda 2030 es garantizar que ningún país se quede atrás y que todos puedan alcanzar un desarrollo sostenible. Los ODS se basan en el principio de que todos los países son responsables de contribuir al desarrollo sostenible, lo cual solo es posible con la cooperación y el compromiso internacional (Kroll et al., 2019).

En términos de educación superior, Amorós et al. (2023) realizaron un estudio sobre cómo se describen e integran los ODS en la educación superior a nivel mundial. Se observa que desde 2018 ha aumentado el número de publicaciones sobre este tema, con una inclusión más frecuente de los ODS en la enseñanza a nivel universitario, especialmente en disciplinas como ingeniería, tecnología, humanidades, ciencias sociales, negocios, gestión y economía. Los métodos de integración incluyen talleres, cursos, conferencias y otras formas, siendo los seminarios y procedimientos los más frecuentes. Se observaron diferencias en los métodos de integración entre los países con altos ingresos y los de ingresos bajos y medianos: los primeros adoptaron un enfoque más académico y los segundos se centraron en resolver problemas del mundo real. La necesidad de que las instituciones de educación superior, como las universidades, incorporen estos métodos de integración en sus planes de estudio es fundamental para desarrollar un marco común que impulse el desarrollo de una sociedad sostenible. Es necesaria la coordinación entre universidades. Los vínculos que unen a España y América Latina hicieron que, en 2018, varias universidades se reunieran para evaluar el contexto internacional y valorar los retos que las universidades debían afrontar (Alcántara et al., 2022). Ese mismo año, Serafini et al. (2022) realizaron un análisis bibliográfico exhaustivo de los ODS en la educación superior. Este estudio empleó una metodología hermenéutica para profundizar en el concepto de sostenibilidad dentro de los ODS, específicamente en el contexto de la educación superior. Hizo hincapié en la integración de estudiantes y competencias en la

enseñanza de los ODS en las universidades. El estudio destaca la importancia de desarrollar reflexiones críticas sobre diversas dimensiones de la sostenibilidad, sugiriendo que las universidades desempeñan un papel crucial en la configuración de cómo los estudiantes entienden y se involucran con los ODS.

Sensibilizar a las nuevas generaciones sobre el cambio climático es fundamental ya que se trata de un problema global que tendrá importantes consecuencias en el futuro (Asseng et al., 2014). Las generaciones de hoy serán los líderes y tomadores de decisiones del mañana y deben estar preparadas para enfrentar los desafíos del cambio climático (Thornton et al., 2012). Además, la educación sobre el cambio climático permitirá a las nuevas generaciones comprender cómo sus acciones y decisiones pueden impactar el medio ambiente y la sociedad. También les proporcionará las herramientas necesarias para tomar medidas concretas con el objetivo de reducir su huella de carbono y promover prácticas más sostenibles en su vida diaria. Por otro lado, sensibilizar a las nuevas generaciones sobre el cambio climático les permitirá comprender la urgencia de tomar medidas globales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y limitar el calentamiento global (Vermeulen et al., 2012). En resumen, crear conciencia sobre el cambio climático entre las nuevas generaciones es crucial para prepararlas y así enfrentar los desafíos futuros y comprender el impacto de sus acciones y decisiones (FAO, 2009).

El ODS-13 es 'Acción por el clima' y pretende tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos adversos. Este objetivo es importante debido a que el cambio climático es una de las mayores amenazas al bienestar humano y la supervivencia del planeta. El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, la deforestación, la contaminación y otros factores relacionados con la actividad humana provocan un calentamiento global y cambios climáticos significativos, que pueden afectar gravemente la seguridad alimentaria, la salud, la disponibilidad de agua, la producción de energía y la infraestructura en todo el mundo (Linguist et al., 2012). En resumen, el ODS 13 busca fomentar la acción global para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación de los países y comunidades al cambio climático. También promueve la conciencia pública y la educación sobre el cambio climático y pide una cooperación internacional más estrecha para abordar este problema global. En resumen, el ODS 13 es de gran importancia debido a que el cambio climático es una amenaza natural y urgente que requiere medidas globales concertadas para mitigar sus efectos y proteger nuestro planeta.

La Universitat Politècnica de València (UPV) apunta a la neutralidad de carbono para 2030 y enfatiza la sostenibilidad como un objetivo estratégico, destacando la importancia de la educación en este ámbito. Con 28.450 estudiantes, la UPV se centra en integrar la Agenda de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, en particular el ODS-13 sobre cambio climático. La Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación (ETSET) y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSEAMN) son pilares en este esfuerzo, ofreciendo educación especializada en telecomunicaciones y agronomía respectivamente, con un énfasis en la enseñanza práctica y altas tasas de empleabilidad postgraduación. Ambas escuelas acentúan la relevancia de las prácticas profesionales y tienen un impacto directo en la formación de profesionales conscientes de los desafíos globales y la sostenibilidad. La UPV y sus escuelas ejemplifican el rol vital de la educación superior en la promoción del desarrollo sostenible.

2. Objetivos

En el marco de este estudio, se emprendió una evaluación de la percepción y el conocimiento de los ODS entre los estudiantes de dos escuelas de la UPV. Los objetivos son:

1. Evaluar los conocimientos previos de los alumnos sobre los ODS mediante una encuesta inicial.

2. Sensibilizar a los estudiantes acerca del ODS-13 a través de una práctica de laboratorio específica y la difusión de noticias relacionadas con investigaciones actuales en sus campos de estudio.
3. Medir el impacto de esta sesión de sensibilización y su influencia en las futuras actividades formativas de los estudiantes con una segunda encuesta.

Este enfoque se aplicó a estudiantes de primer año de dos escuelas técnicas: la ETSEAMN y la ETSET, durante el semestre B. Se consideró una muestra significativa de más de 350 alumnos de las titulaciones de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural, Ingeniería Forestal y del Medio Natural, e Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. La hipótesis subyacente es que estos estudiantes podrían poseer una mayor sensibilidad y conocimientos previos acerca de los ODS debido a su área de estudio.

3. Desarrollo de la innovación

El estudio se realizó en dos partes, con un período de maduración y reflexión entre ellas. Cada parte implicó la toma de datos mediante encuestas. Se llevó a cabo una encuesta preliminar para determinar el conocimiento previo de los estudiantes sobre los ODS. La sesión de sensibilización prevista, relacionada con el ODS-13, se realizó en clase, adaptándola a los objetivos de aprendizaje del curso. Finalmente, se realizó una encuesta posterior a la explicación para medir el impacto de la sesión de concienciación y el compromiso futuro del estudiante con los logros de la aplicación de los ODS. La realización de dos encuestas, una antes y otra después de una explicación, es una técnica habitual en el ámbito educativo para evaluar el impacto de una intervención educativa (Castiñeira-Ibáñez et al., 2022; Davis et al., 2018; Jaymie-Lynn et otros, 2020). La importancia de esta técnica radica en su capacidad para evaluar si la explicación ha logrado su objetivo de mejorar el conocimiento y la comprensión de los estudiantes sobre un tema específico. La primera encuesta, realizada antes de la explicación, proporciona una línea de base para comparar el conocimiento y la experiencia de los estudiantes antes y después de la intervención educativa. Esto permite a los educadores y evaluadores comprender mejor las fortalezas y debilidades del estudiante y adaptar la explicación a las necesidades específicas del grupo. La segunda encuesta, realizada tras la resolución, evalúa si la intervención educativa ha mejorado el conocimiento y la comprensión de los estudiantes. Los resultados de la segunda encuesta se pueden utilizar para determinar si se necesitan más explicaciones o si se deben hacer ajustes a la intervención educativa para mejorar su efectividad. En resumen, realizar dos encuestas antes y después de una explicación es importante porque proporciona información valiosa sobre el impacto de la intervención educativa y permite al personal académico y a los evaluadores adaptar su enfoque para mejorar el aprendizaje y la comprensión de los estudiantes. Se publicaron algunos resultados previos en la UPV sobre sensibilización general (Leiva-Brondo et al., 2022). El mismo tipo de encuesta se realizó sobre el conocimiento previo de los ODS. En la revisión de artículos publicados por Leal Filho et al. (2019), se analizan diversos estudios que muestran encuestas y otros procesos de análisis estadístico sobre los ODS en diferentes regiones del planeta, concluyendo que, para alcanzar los ODS, estos deben ajustarse y adaptarse a las circunstancias de cada país.

La sesión de sensibilización se realizó al inicio de la sesión de laboratorio. Durante la sesión se contextualizó la problemática de las emisiones de metano, óxido nitroso y otros gases de efecto invernadero generados en los cultivos de arroz (Linguist et al., 2012; 2018). Luego de un período de reflexión de aproximadamente una semana y media, se realiza la segunda ronda de encuestas con los participantes en la siguiente sesión de laboratorio. El contenido de estas encuestas se puede encontrar en los Apéndices de este documento. Dados los procesos de sensibilización que se están llevando a cabo actualmente en todas las escalas educativas y la introducción de normativas internas en la UPV que exigen vincular los ODS con el

trabajo realizado, planteamos la hipótesis de tener resultados que anticipen un impacto futuro en la realización de actividades y proyectos relacionados.

3.1. Diseño de encuestas

La utilización de encuestas previas y posteriores a las sesiones en la investigación educativa, particularmente para evaluar el impacto de una enseñanza específica, es una metodología bien establecida respaldada por varios estudios científicos. Estas encuestas se utilizan para medir la eficacia de los métodos educativos comparando los resultados medidos antes y después de la sesión (Davis et al., 2018; Jaymie-lynn, et al., 2020). Una de las justificaciones clave para emplear encuestas previas y posteriores a las sesiones es su simplicidad, practicidad y rentabilidad. Estos estudios son relativamente sencillos de diseñar e implementar y a menudo implican la recopilación de datos de los mismos individuos o grupos en diferentes momentos. Este enfoque hace que requieran menos recursos que otros diseños de estudio, como los ensayos controlados aleatorios (ECA) (Davis, 2018).

Al diseñar una encuesta educativa, es fundamental considerar varios principios para garantizar la recopilación de datos creíbles y significativos. En primer lugar, la forma en que se formulan las preguntas determina principalmente las respuestas obtenidas. Es fundamental considerar la redacción, el formato y el contexto de las preguntas para evitar sesgos y recibir respuestas genuinas (Anthony, 2019). Un segundo aspecto es el esfuerzo cognitivo necesario para responder a una encuesta. Los diseñadores deben ser conscientes de esto y esforzarse por que las encuestas sean lo más claras y concisas posible. La motivación del encuestado también juega un papel crucial. A menudo, los encuestados pueden necesitar más razones para participar en una encuesta. Mejorar su motivación es esencial y se puede lograr diseñando encuestas de alta calidad y fáciles de entender, ofreciendo incentivos y garantizando que la encuesta sea breve y directa. Además, una encuesta debe verse como una conversación entre el diseñador y los encuestados. Cumplen con estándares conversacionales, como proporcionar la información correcta, garantizar relevancia y claridad y mantener la veracidad. Finalmente, la calidad de una encuesta afecta directamente al proceso de toma de decisiones. Es probable que las encuestas mal diseñadas con preguntas poco claras generen datos poco confiables, lo que dificulta sacar conclusiones significativas.

3.2. Laboratorio

En las asignaturas de Física se incluyen sesiones de laboratorio para profundizar habilidades adicionales para mejorar y comprender los fenómenos estudiados en las clases teóricas. Aprovechando este contexto y dado que se analizan dos escuelas diferentes, se buscó una práctica para cada grado para generar conciencia sobre el ODS-13. Por un lado, en las asignaturas de la ETSEAMN se decidió realizar este trabajo en una sesión de termodinámica. La sesión de laboratorio se titula "Medición de temperatura mediante un sensor RTD resistivo". Se planificó esta sesión de medición de temperatura, que puede estar relacionada con el ODS-13, ya que implementar sistemas de monitoreo de temperatura en diferentes sectores, como la agricultura, la industria o la energía, tiene implicaciones directas para la toma de decisiones. La razón es que estos sistemas de monitorización permiten medir la temperatura de otros procesos y actividades, ayudando a detectar cambios y variaciones que puedan indicar que se están produciendo fenómenos físicos susceptibles de control. Por lo tanto, medir y monitorear la temperatura es fundamental para comprender el impacto del cambio climático y tomar medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Liu et al., 2016). Además, la medición de la temperatura también puede ayudar a implementar medidas de adaptación al cambio climático en diferentes sectores, como la agricultura, donde se pueden utilizar técnicas

y prácticas de agricultura de conservación para mantener la calidad del suelo y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Runkle et al., 2019; Moreno-García et al., 2021).

Por otro lado, en la ETSET se decidió llevar a la práctica el estudio titulado “Magnetismo y coeficiente de autoinducción”. Esta sesión es una oportunidad para explorar conceptos de física que afectan directamente al ODS-13. Al comprender el fenómeno de la autoinducción en los devanados, los estudiantes no solo aplican las leyes del electromagnetismo, como la ley de Faraday, sino que también obtienen conocimientos fundamentales que pueden aplicarse en el desarrollo de tecnologías de energías renovables, como generadores y motores eléctricos más eficientes, que son esenciales para la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles. La relevancia de esta práctica para el ODS-13 se manifiesta en la capacidad del estudiante para aplicar estos conceptos en la creación de sistemas que contribuyan a la mitigación del cambio climático. Por ejemplo, los inductores con altos coeficientes de autoinductancia son fundamentales para fabricar dispositivos que maximicen la eficiencia energética y reduzcan el consumo de energía procedente de combustibles fósiles (Wang, 2019). Por lo tanto, al vincular la teoría electromagnética con aplicaciones prácticas y sostenibles, los estudiantes pueden contribuir significativamente a la innovación en energías limpias y al progreso hacia un futuro más sostenible alineado con los ODS.

4. Resultados

En primer lugar, las encuestas se realizaron en formato físico (papel). Posteriormente, fueron transcritas a formato digital en una matriz para su posterior procesamiento. El tamaño de la muestra fue de 365 para la encuesta previa al período de sesiones (npre) y de 293 para la encuesta posterior al período de sesiones (npost). La primera fortaleza del presente estudio es el tamaño de la muestra, ya que un tamaño de muestra grande en una investigación o encuesta tiene varias ventajas estadísticas, entre ellas aumentar la precisión de los resultados y la confiabilidad de las estimaciones, lo que significa que los resultados son más representativos del total de la población. Una muestra más grande reduce el rango de error, proporcionando una descripción de la población más precisa (Clark-Carter et al., 2002). Además, una muestra de mayor tamaño presenta una mayor capacidad para detectar relaciones y patrones más finos en los datos. También se puede afirmar que aumenta el potencial estadístico, lo que hace que sea más probable que se detecten diferencias significativas entre grupos o variables estudiadas. En general, una cantidad más sustancial de datos mejora la calidad y confiabilidad de los resultados de un estudio o encuesta. En adelante se contextualizarán los datos recogidos.

La asistencia a la sesión fue obligatoria, por lo que la diferencia de 72 encuestas entre pre y post sesión se debe a la ausencia de estudiantes. Estas ausencias se distribuyen entre los diferentes grupos que conforman la muestra de estudio; no todos los 72 estudiantes ausentes eran del mismo grado.

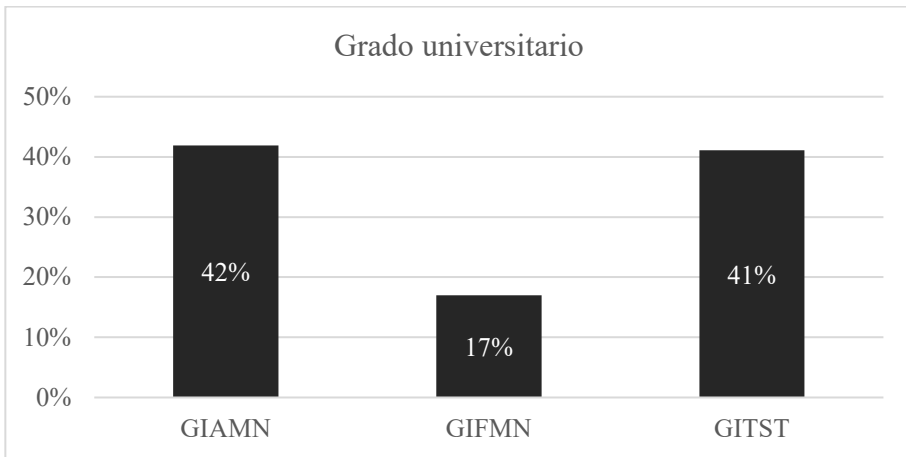


Fig. 1. Datos de población según el grado Universitario

El análisis poblacional de los datos recopilados sigue la Figura 1 y la Figura 2. De las 365 muestras, 215 (59%) fueron recolectadas de la ETSEAMN (grados GIAMN y GIFMN) y 150 (41%) de la ETSET (grados GITST). De las 365 personas encuestadas, dos tercios eran hombres y un tercio eran mujeres. El porcentaje de hombres aumenta ligeramente hasta el 70% si se considera únicamente la ETSET. En cuanto a las edades de los individuos, el 85% tenía entre 18 y 20 años, el 11% entre 21 y 23 años, el 3% entre 24 y 26 años y sólo el 1% tenía más de 26 años. La mayoría de los que obtuvieron títulos eran de Educación Secundaria (97%). Sólo un 2% procedía de un ciclo formativo de grado superior o equivalente, y un 1% procedía de otras formas de acceso (como la prueba para mayores de 25 años para acceder a la universidad o el acceso a los ya graduados). Se puede afirmar que las carreras que eligen los estudiantes son en su mayoría de primera opción. Así lo confirman los datos oficiales recogidos por la UPV (Portal de la Transparencia, UPV). Entre los encuestados, el 80% eligió esta titulación como primera opción, el 13% como segunda opción y el 5% y el 2% como tercera y cuarta opción. Finalmente se recogieron datos referentes al tipo de centro educativo de procedencia. En este caso, el 61% de los estudiantes procedían de escuelas públicas, el 26% de escuelas subvencionadas y el 13% de escuelas privadas.

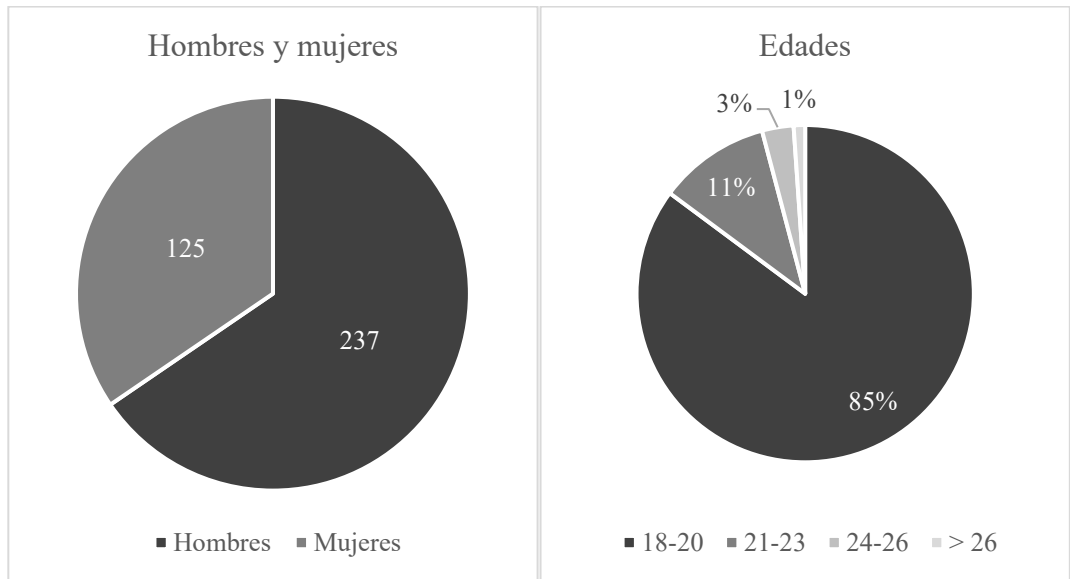
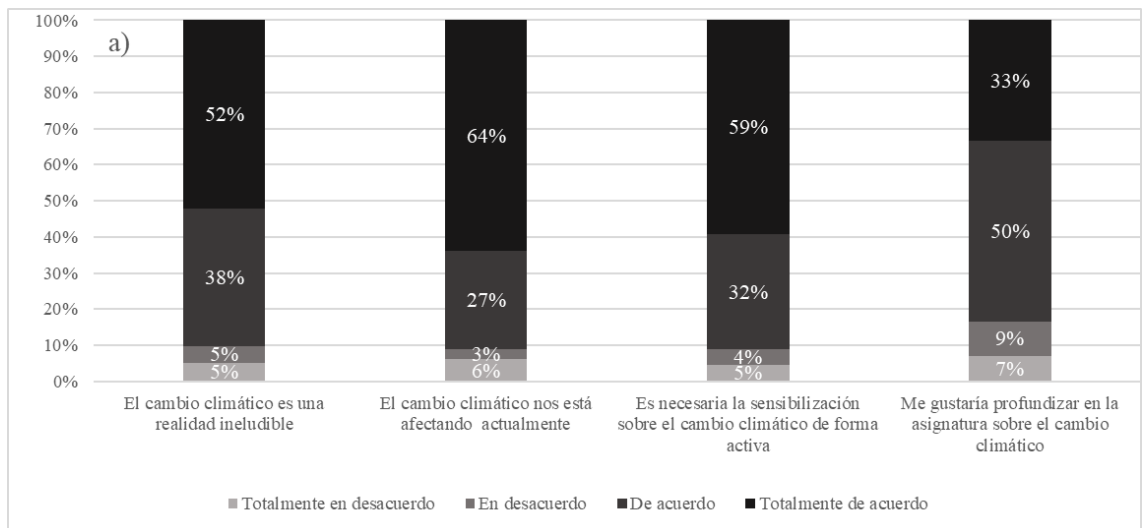


Fig. 2. Datos de población por segregación de sexo y edad

Los resultados en cuanto al conocimiento previo de los ODS fueron los siguientes. Tanto en la ETSEAMN como en la ETSET no habían oído hablar ni sabían cuáles eran los ODS, algo más del 60% respondió "nada" en la encuesta. Se pueden observar algunas diferencias entre escuelas en las preguntas relacionadas con el cambio climático (Figura 3). La existencia de individuos negacionistas del cambio climático se da entre los estudiantes de la ETSEAMN. En cambio, en la ETSET son menos los estudiantes que quieren profundizar en el cambio climático en la asignatura.



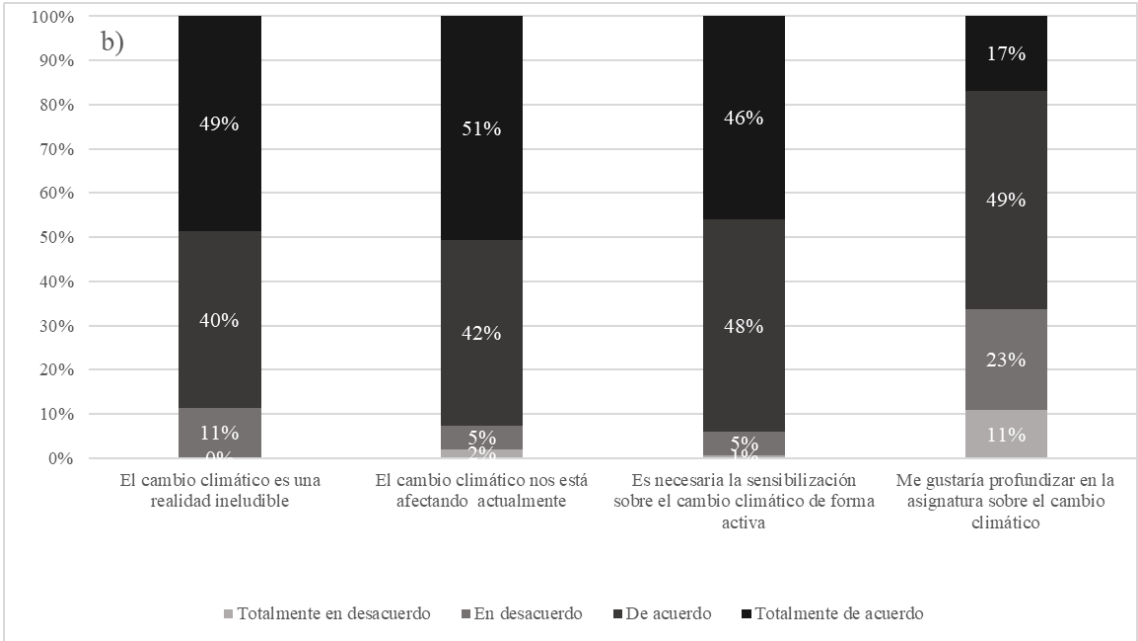


Fig. 3. Respuestas a la encuesta previa a la sesión. (a) Datos recogidos en la ETSEAMN. (b) Datos recogidos en la ETSET

También se formularon dos preguntas sobre los gases de efecto invernadero y el reciente aumento de las emisiones de CO₂ en la atmósfera (Figura 4). Se realizó una pregunta sobre gases de efecto invernadero, en la que se dieron cinco opciones (todas correctas) como respuestas de opción múltiple. Los 5 gases fueron H₂O, CO₂, CH₄, N₂O y O₃. En este caso, en ambas carreras, eran conscientes del CO₂ como contribuyente al efecto invernadero, pero sólo alrededor del 10% respondió que el N₂O también contribuye al efecto invernadero. Se realizó una segunda pregunta sobre el aumento reciente de las emisiones de CO₂ en la atmósfera (Figura 4), en la que se dieron cinco porcentajes entre el 10% y el 50% del aumento de las emisiones de dióxido de carbono. Hubo más respuestas correctas en la ETSET que en la ETSEAMN, un 42% y un 36% respectivamente. Esto ya determina que el conocimiento de las emisiones de CO₂ es un fenómeno estudiado en la formación académica temprana.

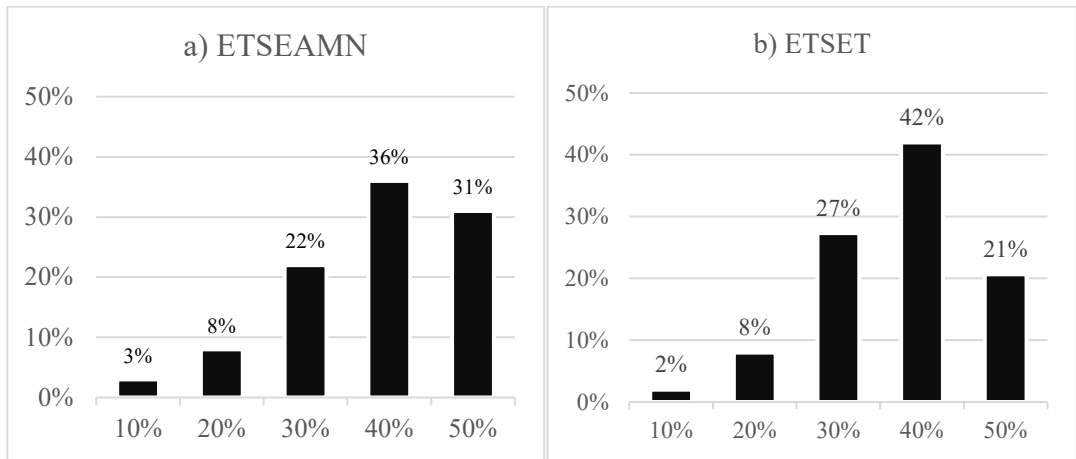


Fig. 4. Respuestas a la encuesta previa al periodo de sensibilización sobre gases de efecto invernadero. (a) Datos recogidos en la ETSEAMN. (b) Datos recogidos en la ETSET

La segunda ronda de encuestas se realizó después de la sesión de sensibilización y el período de reflexión. La primera pregunta responde a la mejora del conocimiento sobre los ODS y el interés en la sesión. En este caso, la mayoría mejoró de 1 sobre 4 puntos en la escala Likert a 3 sobre 4 (Figura 5). En las siguientes tres preguntas se recopiló información sobre la aplicación de la física en los ODS, la relación de las cuestiones agrícolas con el cambio climático y si el estudiante cree que puede influir en el cambio climático con su formación en la toma de decisiones. Las respuestas recogidas también arrojan un valor de 3 sobre 4 puntos en la escala Likert. En ambas escuelas se obtuvo el mismo resultado.

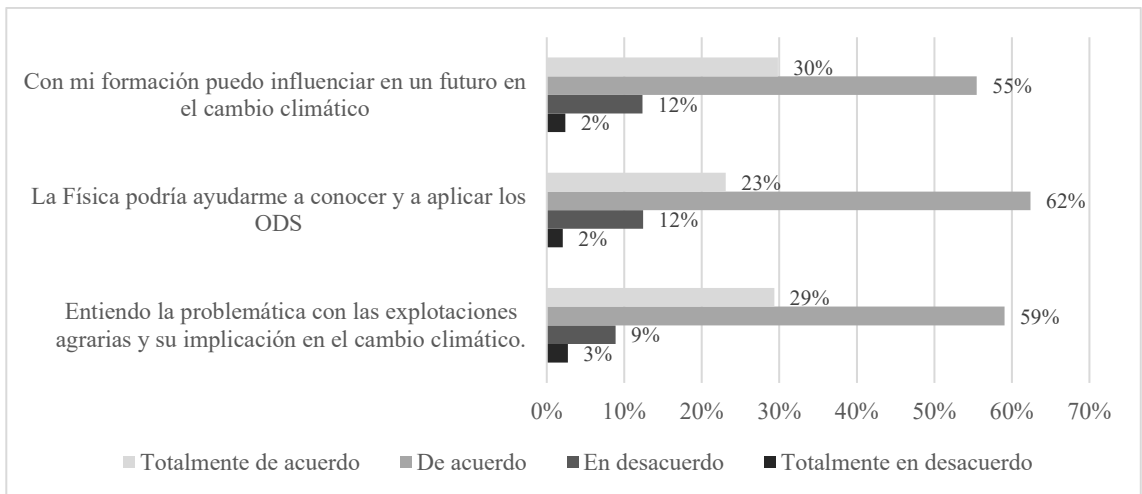


Fig. 5. Respuestas sobre conocimientos y formación en Física (ETSEAMN y ETSET)

Las últimas tres preguntas estaban relacionadas con la continuidad de la formación y la sensibilización sobre los ODS mediante su inclusión efectiva en el currículo de los estudiantes (Figura 6). Las preguntas fueron sobre profundizar en los ODS en otras materias, abordar los temas tratados y otros en la sesión de clase, involucrarse con la universidad en proyectos directos con el desarrollo sostenible, y finalmente, realizar el trabajo fin de grado o máster con un enfoque muy aplicado en ODS. Asimismo, se obtuvo 3 sobre 4 puntos en la escala Likert en las preguntas en ambos colegios. Se recogieron comentarios positivos

adicionales de los estudiantes, quienes los escribieron en la sección de comentarios. En la última pregunta se observan discrepancias, donde los estudiantes de la ETSEAMN estaban más dispuestos a realizar su Trabajo Fin de Grado o Trabajo Fin de Máster sobre ODS que los estudiantes de la ETSET.

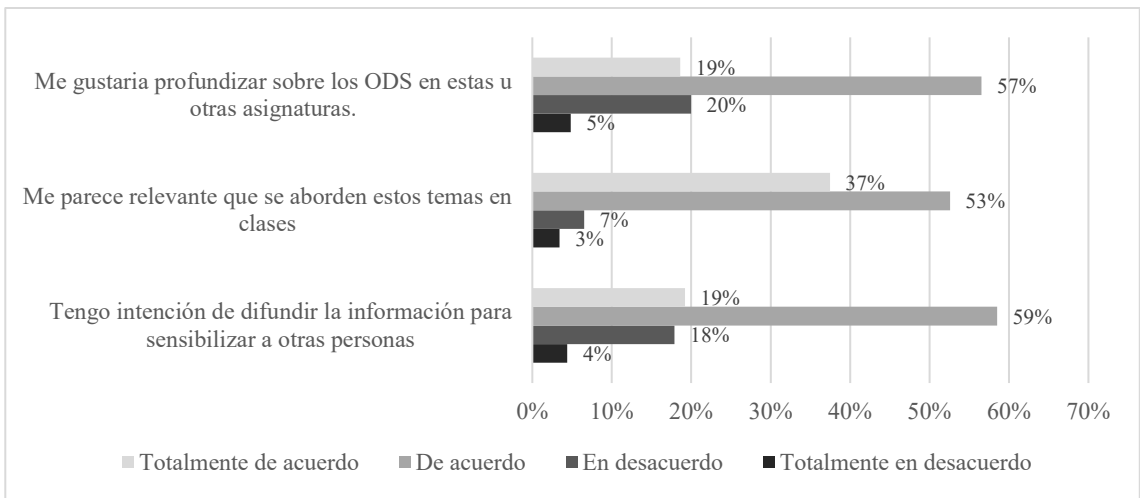


Fig. 6. Respuestas sobre la continuidad del desarrollo de los ODS en sus estudios y proyectos finales

Se obtuvieron datos antes y después de la intervención educativa para investigar la efectividad de una sesión de sensibilización sobre el conocimiento de los ODS entre estudiantes universitarios de las dos Facultades. Esta investigación es especialmente significativa en el sistema educativo español, donde se observan variaciones en la respuesta a los ODS entre las distintas titulaciones y tipos de educación.

Es importante señalar que existen diferencias de género. Se ha observado un aumento en la participación de las mujeres en carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), una tendencia positiva si se compara con datos de hace una década (Wang et al., 2022; Sáinz et al., 2023). Este aumento no es sólo un indicador de progreso en la igualdad de género, sino que también sugiere un potencial más significativo para la conciencia ambiental, dada la tendencia observada de que las mujeres estén más informadas y preocupadas por el cambio climático. Antes de la sesión de sensibilización, los datos revelaban que las mujeres eran más conscientes del cambio climático que sus homólogos masculinos, quienes estaban más interesados en profundizar en los ODS. Esta diferencia de intereses sugiere la necesidad de un enfoque más personalizado de las estrategias de sensibilización adaptadas a las preocupaciones y motivaciones específicas de cada género. Además, se encontraron diferencias notables entre las carreras. Los estudiantes de la ETSEAMN demostraron un perfil más proclive al “pensamiento verde” que sus compañeros de la ETSET, posiblemente por la naturaleza de sus estudios, más directamente relacionados con el medio ambiente y la sostenibilidad. Otra observación importante es la superioridad de la educación pública sobre la privada en cuanto a la concienciación sobre los ODS en los datos anteriores y posteriores a la sesión. Esto podría atribuirse a diferencias en el enfoque curricular y a la diversidad demográfica de los estudiantes en estas instituciones.

Tras la sesión de sensibilización se observó una mejora significativa en la comprensión y compromiso con los ODS entre los estudiantes de la ETSEAMN respecto a los estudiantes de la ETSET. Esto refuerza la idea de que la formación académica influye en la receptividad hacia las cuestiones de sostenibilidad. Además, los datos sugieren que la madurez (edad) es un factor esencial en la efectividad de las sesiones de sensibilización. Los estudiantes mayores de 21 años mostraron una mejor asimilación de contenidos, lo que

indica que una mayoría mental puede ser crucial para comprender e involucrarse en cuestiones globales complejas como los ODS. En cuanto a los Trabajos Finales de Grado (TFG) y Trabajos Fin de Máster (TFM) relacionados con los ODS, existe una percepción de compromiso académico con estos temas. Sin embargo, existe una sensación generalizada de que estos proyectos a menudo se tratan más como una obligación formal que como una oportunidad para una investigación profunda y significativa sobre la sostenibilidad. Esto sugiere la necesidad de revisar y mejorar el enfoque del TFG/TFM para que contribuyan de manera más efectiva al cumplimiento de los Objetivos 2030.

4. Conclusiones

Al evaluar la conciencia sobre el Cambio Climático y los ODS, se encontró que antes de la sesión de sensibilización, más del 60% de los estudiantes de ambas escuelas (ETSET y ETSEAMN) carecían de conocimientos sobre los ODS. Sin embargo, después de la intervención, hubo un aumento significativo en la comprensión y el interés en estos temas, como lo indican las respuestas en la escala Likert. Los estudiantes de la ETSEAMN mostraron una mayor conciencia y conocimiento sobre el cambio climático y los ODS en comparación con sus homólogos de la ETSET. En cuanto a las diferencias de género, las mujeres demostraron una mayor conciencia de los efectos actuales del cambio climático. Al mismo tiempo, los hombres mostraron más interés en explorar aspectos relacionados con el futuro, destacando la importancia de adaptar los enfoques de sensibilización a estas diferencias. En cuanto a la edad, los estudiantes mayores (21-23 años) mostraron un conocimiento más profundo sobre el cambio climático, lo que sugiere que la madurez podría ser un factor crucial en la efectividad de estas sesiones. Además, los estudiantes de instituciones educativas públicas mostraron una mayor conciencia que los de instituciones privadas o subvencionadas, lo que podría atribuirse a variaciones en los enfoques curriculares y la diversidad demográfica de los estudiantes. Por último, hubo un gran interés en participar en proyectos de tesis finales de grado y de maestría relacionados con los ODS, lo que indica un compromiso académico con la sostenibilidad. Sin embargo, existe la percepción de que estos proyectos a menudo se consideran más una obligación formal que una oportunidad para una investigación profunda y significativa sobre temas de sostenibilidad. Los datos de esta investigación revelan tendencias esenciales en la concienciación sobre los ODS entre los estudiantes universitarios, destacando diferencias basadas en género, disciplina académica y tipo de institución educativa. Estos hallazgos sugieren la necesidad de estrategias de concientización más personalizadas y un replanteamiento de cómo se integran los ODS en la educación superior, especialmente en la formulación y ejecución de TFG/TFM. La implicación de estos resultados es clara: para impactar significativamente la concientización y la acción sobre los ODS, las universidades deben considerar estos factores y adaptar sus enfoques educativos y de sensibilización en consecuencia.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco de la participación activa en el Grupo de Innovación Educativa “Metodología Multidisciplinar de Innovación Docente (Teach-Inn)” (GIE-64) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Referencias

- Anthony R. Artino, Jr. (2019) Designing Better Surveys for Education and Research <https://harvardmacy.org/blog/designing-better-surveys>
- Alcántara-Rubio, L., Valderrama-Hernández, R., Solís-Espallargas, C., & Ruiz-Morales, J. (2022). The implementation of the SDGs in universities: A systematic review. *Environmental Education Research*, 28(11), 1585-1615.
- Amorós Molina, Á., Helldén, D., Alfvén, T., Niemi, M., Leander, K., Nordenstedt, H., ... & Biermann, O. (2023). Integrating the United Nations sustainable development goals into higher education globally: a scoping review. *Global Health Action*, 16(1), 2190649.
- Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R. P., Lobell, D. B., Cammarano, D., ... & Zhu, Y. (2015). Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature climate change*, 5(2), 143-147.
- Applegate, E. (2005). *Strategic copywriting: How to create effective advertising*. Rowman & Littlefield.
- Castiñeira-Ibáñez S., Tarrazó-Serrano D., Uris A., Gasque M. & Rubio C., (2022) ODS y la Física. *VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. Valencia, 6 - 8 de julio de 2022*. <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15909>
- Clark-Carter, D., Rojas, P., & Juárez Parra, Y. (2002). Investigación cuantitativa en psicología: del diseño experimental al reporte de investigación.
- Davis, G. C., Baral, R., Strayer, T., & Serrano, E. L. (2018). Using pre-and post-survey instruments in interventions: determining the random response benchmark and its implications for measuring effectiveness. *Public Health Nutrition*, 21(6), 1043-1047.
- FAO. (2009). Global agriculture towards 2050. High Level Expert Forum-How to Feed the World 2050.
- Jaymie-lynn Blanchard, Caitlin Johnson, Margaret McIntyre, Natasha S Crowcroft, Andrea McLellan, A pre and post intervention study measuring the effect of interactive education on adolescent perceptions of vaccines, vaccine safety and disease risk, *Journal of Public Health*, Volume 42, Issue 3, September 2020, Pages e272–e277, <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdz089>
- Kroll, C., Warchold, A. & Pradhan, P. Sustainable Development Goals (SDGs): Are we successful in turning trade-offs into synergies?. *Palgrave Commun* 5, 140 (2019). <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0335-5>
- Leal Filho, W., Wall, T., Barbir, J. et al. Relevance of international partnerships in the implementation of the UN Sustainable Development Goals. *Nat Commun* 13, 613 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28230-x>
- Leal Filho, W., Shiel, C., Paço, A., Mifsud, M., Ávila, L. V., Brandli, L. L., ... & Caeiro, S. (2019). Sustainable Development Goals and sustainability teaching at universities: Falling behind or getting ahead of the pack? *Journal of Cleaner Production*, 232, 285-294.
- Leiva-Brondo, M.; Lajara-Camilleri, N.; Vidal-Meló, A.; Atarés, A.; Lull, C. Spanish University Students' Awareness and Perception of Sustainable Development Goals and Sustainability Literacy. *Sustainability* 2022, 14, 4552. <https://doi.org/10.3390/su14084552>
- Linguist, B. A., Adviento-Borbe, M. A., Pittelkow, C. M., van Kessel, C., & van Groenigen, K. J. (2012). Fertilizer management practices and greenhouse gas emissions from rice systems: A quantitative review and analysis. *Field Crops Research*, 135, 10–21. <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2012.06.007>
- Liu, B., Asseng, S., Müller, C., Ewert, F., Elliott, J., Lobell, D. B., Martre, P., Ruane, A. C., Wallach, D., Jones, J. W., Rosenzweig, C., Aggarwal, P. K., Alderman, P. D., Anothai, J., Basso, B., Biernath, C., Cammarano, D., Challinor, A., Deryng, D., ... Zhu, Y. (2016). Similar estimates of temperature

- impacts on global wheat yield by three independent methods. *Nature Climate Change* 2016 6:12, 6(12), 1130–1136. <https://doi.org/10.1038/nclimate3115>
- Moreno-García, B., Coronel, E., Reavis, C. W., Suvočarev, K., & Runkle, B. R. K. (2021). Environmental sustainability assessment of rice management practices using decision support tools. *Journal of Cleaner Production*, 315, 128135. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.128135>
- Runkle, B. R. K., Suvočarev, K., Reba, M. L., Reavis, C. W., Smith, S. F., Chiu, Y. L., & Fong, B. (2019). Methane Emission Reductions from the Alternate Wetting and Drying of Rice Fields Detected Using the Eddy Covariance Method. *Environmental Science and Technology*, 53(2), 671–681. https://doi.org/10.1021/ACS.EST.8B05535/ASSET/IMAGES/LARGE/ES-2018-05535J_0003.JPEG
- Sáinz, M., Martínez-Cantos, J. L., Rodó-de-Zárate, M., Romano, M. J., Arroyo, L., & Fàbregues, S. (2019). Young Spanish people's gendered representations of people working in STEM. A qualitative study. *Frontiers in Psychology*, 10, 996.
- Serafini, P. G., de Moura, J. M., de Almeida, M. R., & de Rezende, J. F. D. (2022). Sustainable development goals in higher education institutions: a systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 133473.
- Thornton, P. K. (2012). Recalibrating Food Production in the Developing World: Global Warming Will Change More Than Just the Climate. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/24696>
- Transparency Portal, Universitat Politècnica de València (2024), *Statistical reports and surveys* <https://www.upv.es/contenidos/PORTRANSV4/info/1083175normalc.html> (Last access February, 2024)
- United Nations SDGs (2015). *Sustainable Development Goals* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (Last access February, 2024)
- Vermeulen, S. J., Campbell, B. M., & Ingram, J. S. I. (2012). Climate Change and Food Systems. 37, 195–222. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ENVIRON-020411-130608>
- Wang, N., Tan, AL., Zhou, X. *et al.* Gender differences in high school students' interest in STEM careers: a multi-group comparison based on structural equation model. *IJ STEM Ed* 10, 59 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00443-6>
- Wang, H. (2019). *Design and control of a 6-phase Interleaved Boost Converter based on SiC semiconductors with EIS functionality for Fuel Cell Electric Vehicle* (Doctoral dissertation, Université Bourgogne Franche-Comté).
- Weitz, N., Carlsen, H., Bennich, T. *et al.* Returning to core principles to advance the 2030 Agenda. *Nat Sustain* 6, 1145–1148 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01212-7>

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN IMPACTO A LA SENSIBILIZACIÓN ODS

Este cuestionario pretende analizar el impacto de la sesión de sensibilización sobre los ODS. Agradecemos infinitamente tu participación que nos ayudará a contextualizar la asignatura. La encuesta es completamente anónima cuyo objetivo es de estudio científico. Los resultados del estudio serán publicados en abierto para la mejora educativa de la comunidad universitaria.

DATOS DE CONTEXTO

TITULACIÓN	<input type="checkbox"/> AGRÓNOMOS	<input type="checkbox"/> FORESTALES	<input type="checkbox"/> TELECO	
ACCESO UPV	<input type="checkbox"/> BACHILLER	<input type="checkbox"/> CFGS / FP	<input type="checkbox"/> OTROS	
CENTRO DE PROCEDENCIA	<input type="checkbox"/> PÚBLICO	<input type="checkbox"/> PRIVADO	<input type="checkbox"/> CONCERTADO	
SEXO	<input type="checkbox"/> MUJER	<input type="checkbox"/> VARÓN	<input type="checkbox"/> OTROS	
PRIORIDAD TITULACIÓN	<input type="checkbox"/> 1ª	<input type="checkbox"/> 2ª	<input type="checkbox"/> 3ª	<input type="checkbox"/> 4ª o mayor
EDAD	<input type="checkbox"/> 18-20	<input type="checkbox"/> 21-23	<input type="checkbox"/> 24-26	<input type="checkbox"/> más de 26

LOS ODS	NADA	POCO	BASTANTE	MUCHO
1. Me ha interesado la información aportada en la sesión previa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ha mejorado mi conocimiento sobre los ODS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Describe en una frase que son los ODS:				

EL CAMBIO CLIMÁTICO	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
4. Entiendo la problemática con las explotaciones agrarias y su implicación en el cambio climático.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. La Física podría ayudarme a conocer y a aplicar los ODS.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Con mi formación puedo influenciar en un futuro en el cambio climático	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

VALORACIÓN	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
7. Tengo intención de difundir la información para sensibilizar a otras personas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Me parece relevante que se aborden estos temas en las clases	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Me gustaría profundizar sobre los ODS en esta u otras asignaturas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PARTICIPACIÓN ACTIVA	SÍ	NO
1. ¿Te interesaría implicarte con los ODS si la UPV te presentara formas de aplicar tu conocimiento en su desarrollo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Te interesaría realizar tu TFG/TFM con un enfoque basado en algún ODS y/o relacionado con el cambio climático?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES	
Nos gustaría que dejaras cualquier consideración sobre este estudio. Estamos encantados de recibir feedback.	

CUESTIONARIO PREVIO OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Este cuestionario pretende analizar los conocimientos previos sobre los ODS. Agradecemos infinitamente tu participación que nos ayudará a contextualizar la asignatura. La encuesta es completamente anónima cuyo objetivo es de estudio científico. Los resultados del estudio serán publicados en abierto para la mejora educativa de la comunidad universitaria.

DATOS DE CONTEXTO

TITULACIÓN	<input type="checkbox"/> AGRÓNOMOS	<input type="checkbox"/> FORESTALES	<input type="checkbox"/> TELECO	
ACCESO UPV	<input type="checkbox"/> BACHILLER	<input type="checkbox"/> CFGS / FP	<input type="checkbox"/> OTROS	
CENTRO DE PROCEDENCIA	<input type="checkbox"/> PÚBLICO	<input type="checkbox"/> PRIVADO	<input type="checkbox"/> CONCERTADO	
SEXO	<input type="checkbox"/> MUJER	<input type="checkbox"/> VARÓN	<input type="checkbox"/> OTROS	
PRIORIDAD TITULACIÓN	<input type="checkbox"/> 1ª	<input type="checkbox"/> 2ª	<input type="checkbox"/> 3ª	<input type="checkbox"/> 4ª o mayor
EDAD	<input type="checkbox"/> 18-20	<input type="checkbox"/> 21-23	<input type="checkbox"/> 24-26	<input type="checkbox"/> más de 26

LOS ODS	NADA	POCO	BASTANTE	MUCHO
1. He oído hablar de los ODS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Conozco lo que son los ODS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Describe en una frase que son los ODS:				

EL CAMBIO CLIMÁTICO	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
4. El cambio climático es una realidad ineludible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. El cambio climático nos está afectando actualmente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Es necesaria la sensibilización sobre el cambio climático de forma activa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Me gustaría profundizar en la asignatura sobre el cambio climático	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Marca aquellos gases que piensas que generan el efecto invernadero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	H ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	O ₃
9. ¿En cuánto crees que ha aumentado la emisión mundial de CO ₂ desde 1990?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	10%	20%	30%	40%	50%

Disposición sobre la política de recogida de datos: Los datos de carácter personal serán tratados por la Agencia Española de Protección de Datos e incorporados a la actividad de tratamiento "Encuestas y estudios", cuya finalidad es gestionar las consultas, encuestas y estudios que promueve al objeto de verificar e impulsar el conocimiento y cumplimiento de la normativa de protección de datos y de aquella cuya supervisión tiene asimismo atribuida. Finalidad basada en el interés público de la consulta, encuesta y estudio. Los datos de carácter personal se suprimirán una vez haya concluido la consulta, encuesta y estudio. Para solicitar el acceso, la rectificación, supresión o limitación del tratamiento de los datos personales o a oponerse al tratamiento, en el caso de ser den los requisitos establecidos en el Reglamento General de Protección de Datos, así como en la Ley Orgánica 3/2018, de 3 de diciembre, de Protección de Datos Personal y garantía de los derechos digitales, puede dirigir un escrito al responsable del tratamiento, en este caso, la AEPD, dirigiendo el mismo a la Agencia Española de Protección de Datos, C/Jorge Juan, 6, 28001- Madrid o en el registro electrónico de la AEPD.