


Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en asignaturas de ciencias básicas: experiencia en la asignatura Cálculo

Implementation of the Sustainable Development Goals in basic science subjects: experience in Calculus

Nuria Ortigosa^{a,b}

^a Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia nuorar@upvnet.upv.es ,

^b I.U. Matemática Pura y Aplicada, Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n, Edif. 8E, acceso F, 46022 Valencia 

How to cite: Nuria Ortigosa. 2023. Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en asignaturas de ciencias básicas: experiencia en la asignatura Cálculo. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16681>

Abstract

Working on Sustainable Development Goals during university studies is a key point on formation and training students in order to improve their future achievement. In this work it is presented an example of how to work them beginning in the first semester. In particular, the proposed activity is framed in Calculus course (first year of the Degree in Engineering in Geomatics and Topography, Universitat Politècnica de València). By means of the presentation of the SDGs, it is proposed to work on SDG 9 in one of the laboratory sessions, so that proposed problems are solved by applying the concepts studied in theory sessions, but also motivation among students is tried to raise by presenting different applications from the usual ones found on basic subjects.

Keywords: *Sustainable Development Goals, Calculus, applied maths, engineering, questionnaire*

Resumen

El trabajo y desarrollo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en las universidades constituye un punto clave en la formación de los estudiantes de cara a mejorar su consecución futura. Con este objetivo, se plantea un ejemplo de cómo trabajarlos desde asignaturas básicas de primer curso, como pueda ser la materia Cálculo, del Grado en Ingeniería en Geomática y Topografía, de la Universitat Politècnica de València. Mediante la presentación de los ODS, se plantea trabajar en una de las sesiones de laboratorio el objetivo número 9, de modo que se resuelvan problemas aplicando los conocimientos vistos en las sesiones de teoría y problemas, pero también se ayude a la concienciación de los estudiantes con la Agenda 2030, motivándoles presentando aplicaciones diferentes a las que están habituados a ver en la asignatura.

Palabras clave: *Objetivos Desarrollo Sostenible, Cálculo, matemática aplicada, ingeniería, cuestionario.*

1. Introducción

1.1. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la Universidad

En el año 2015, la Asamblea General de Naciones Unidas aprobó la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible (Agenda 2030 de Naciones Unidas, 2015). Esta agenda plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que constituyen un llamamiento a la acción para poner fin a la pobreza, conservar el planeta y mejorar la vida de las personas de todo el mundo (Objetivos y metas de desarrollo sostenible, Naciones Unidas), estableciéndose un plan para la consecución de los mismos en 15 años. En la Figura 1 se muestran los 17 ODS.



Fig. 1 Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: Naciones Unidas.

En ese sentido, todos los estamentos de la sociedad, desde gobiernos, sector privado, universidades y la propia sociedad civil están llamados a trabajar en la medida que les sea posible para poder llevar a cabo su desarrollo. En particular, en el caso de las universidades, se plantea trabajar desde los aspectos formativos, de investigación y de transferencia para poder alcanzarlos. Para ello, se dispone de recursos y manuales sobre cómo poder empezar a desarrollar los ODS en las universidades y centros de educación, comprometiéndose con los mismos y ofreciendo orientación adecuada (SDSN Australia/Pacific, 2017).

En este marco, la Universitat Politècnica de València ha realizado un primer informe para estudiar los porcentajes de cumplimiento de los aspectos más generales y fundamentales hasta los más concretos y específicos con el objetivo de medir el grado de implementación de la Agenda 2030 en la institución universitaria mediante diferentes indicadores (CCD UPV, 2020). En este sentido, ha planteado convocatorias de proyectos de mejora educativa para facilitar al profesorado interesado una vía de apoyo

con la que experimentar nuevos modelos de formación, donde la implementación de los ODS en las diferentes titulaciones es una de las opciones posibles, como es el caso del marco contextual de la presente innovación docente.

El trabajo aquí presentado viene enmarcado dentro de la convocatoria Aprendizaje + Docencia del año 2021 de la Universitat Politècnica de València para la realización de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa “Análisis y propuestas de implantación de los ODS en las titulaciones de la ETSIGCT” (PIME/21-22/269), que busca la implantación de ODS en los títulos de dicha Escuela a través de actividades significativas en diferentes asignaturas.

1.2. Contextualización del trabajo

En este artículo se presenta una actividad de enseñanza-aprendizaje que implementa y evalúa los conocimientos adquiridos y trabajados por el alumnado de la asignatura Cálculo, y un ejemplo de cómo vincularlos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La asignatura Cálculo es una materia que imparte el profesorado del Departamento de Matemática Aplicada de la Universitat Politècnica de València durante el primer cuatrimestre del primer curso del Grado en Ingeniería en Geomática y Topografía (GIGT) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica (ETSIGCT) de dicha universidad. Esta asignatura consta de 6 créditos ECTS dentro del bloque de Formación Básica de la titulación (que consta de 60 créditos en total). Además, tiene un carácter obligatorio para los alumnos de nuevo ingreso que comiencen a estudiar el título, perteneciendo a la materia de Matemáticas (que consta de 18 créditos en la titulación).

La asignatura tiene una carga docente de 3 créditos de teoría (distribuidos entre teoría de aula y seminario) y 3 créditos de prácticas (que se reparten a su vez en prácticas de aula y laboratorio). Durante el curso 2022/2023 (que corresponde al curso donde se ha realizado la actividad presentada) la asignatura tenía un total de 89 estudiantes matriculados, los cuales se han subdividido en 2 grupos de teoría y prácticas de aula, y 4 subgrupos para prácticas de laboratorio, facilitándose de esta manera el trabajo en grupos más reducidos en las tareas prácticas.

La asignatura busca, a partir de los conocimientos previos que los estudiantes deberían haber adquirido en los cursos previos a su acceso a la universidad, ampliarlos con el objetivo de profundizar en el cálculo diferencial e integral de funciones de varias variables de cara a asentar conceptos como su definición, representación gráfica, cálculo de límites y continuidad, cálculo de derivadas parciales, determinación de puntos críticos y extremos de dichas funciones, e integración doble y triple. Por tanto, la asignatura forma parte de la base para poder afrontar asignaturas en cursos posteriores donde se realiza una mayor profundización de matemáticas (Matemática aplicada), y para poder afrontar con éxito asignaturas de otras áreas que utilizan los conceptos en ella estudiados, como Mecánica, Electromagnetismo y Óptica, entre otras. La asignatura Cálculo utiliza un libro propio adaptado a la misma (Checa and Alemany 2013), así como apoyos puntuales en otras referencias relevantes para cálculo diferencial e integral de una o varias variables (Stewart, 2018; Stewart, 2022) y material de elaboración propia.

Las competencias transversales a trabajar en la asignatura son, por una parte, la responsabilidad y toma de decisiones, mediante el análisis y la resolución de problemas, así como el trabajo en equipo y liderazgo, mediante la realización de prácticas de laboratorio en equipos, donde se evalúa tanto la resolución de las actividades planteadas y los entregables, como la explicación de los mismos.

La innovación docente que se plantea en el presente trabajo pretende por una parte involucrar al trabajar con los ODS con los aspectos formativos universitarios desde el primer curso de grado y, por otra, aunar contenidos más teóricos y propios de la asignatura Cálculo (como puedan ser el estudio de problemas prácticos de cálculo de optimización y extremos de funciones de varias variables) con la aplicación práctica a la ayuda a la implementación de los ODS desde el punto de vista laboral del trabajo de un Graduado en Ingeniería en Geomática y Topografía. En particular, se pretende afrontar el ODS número 9 (*Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación*) para, asimismo, mostrar a los estudiantes que se pueden trabajar los ODS desde casi cualquier planteamiento inicial, incluyendo asignaturas básicas, que a priori pueden parecer más alejadas de las aplicaciones prácticas en su futura vida laboral como ingenieros (Castiñeira-Ibáñez, 2021; Chicharro and Campión, 2021).

El resto del artículo queda estructurado como sigue: en la sección 2 se presentan los objetivos a alcanzar mediante el trabajo de los ODS en una práctica de laboratorio en la asignatura Cálculo, describiéndose cómo se ha llevado a cabo en la sección 3. El análisis de resultados se presenta en la sección 4, mientras que las conclusiones se incluyen en la sección 5.

2. Objetivos

El objetivo general de la actividad docente propuesta es, por una parte, presentar a los estudiantes qué son los ODS, así como mostrar la necesidad de participación de todos los estamentos de la sociedad e involucrar a la comunidad estudiantil para poder lograr su consecución, de cara a poder implantar con éxito la Agenda 2030 en los estudios universitarios. Para ello, se plantea la realización de una práctica de laboratorio donde, a partir de los conocimientos teórico-prácticos ya vistos en sesiones anteriores de la asignatura, éstos sean puestos en práctica para abordar un problema surgido de una aplicación real que contribuya a mejorar las infraestructuras de canalizaciones en el terreno en países en vías de desarrollo. Además del objetivo general anterior, se indican a continuación los objetivos más específicos a perseguir con esta actividad:

- Promover el desarrollo de las competencias transversales “Responsabilidad y toma de decisiones” y “Trabajo en equipo y liderazgo”, evaluando su grado de adquisición, dentro de la práctica de innovación propuesta.
- Aplicar los contenidos vistos en las sesiones de teoría y práctica referentes a derivadas parciales y teoría de optimización de funciones de varias variables a problemas relacionados con los ODS.
- Trabajar con los ODS, analizar el grado de conocimiento y concienciación sobre los mismos, y reflexionar sobre cómo su futura actividad laboral puede ayudar en la consecución de estos.
- Analizar críticamente cómo la materia estudiada en la asignatura puede aplicarse e impulsar los ODS.

Finalmente, el objetivo de esta comunicación es mostrar los resultados de una experiencia de aprendizaje llevada a cabo en las prácticas de laboratorio de una asignatura de carácter básico (como Cálculo) con la finalidad de facilitar la consecución de los ODS desde el aporte en la etapa formativa universitaria.

3. Desarrollo de la innovación

Las sesiones de laboratorio de la asignatura de Cálculo se llevan a cabo en cada uno de los 4 subgrupos en los que se dividen los alumnos matriculados. Forman pequeños grupos (habitualmente parejas) y, durante

las sesiones, se trabajan los contenidos estudiados en las sesiones de teoría y problemas, resolviendo en parte los problemas planteados en estas sesiones “a mano”, para posteriormente pasar a resolverlos implementando el código necesario mediante la implementación de programas utilizando el software Mathematica. Los entregables de las sesiones son los ejercicios resueltos, junto con el código y las explicaciones pertinentes del mismo, así como una evaluación in-situ, donde explican las acciones llevadas a cabo para resolverlos. De esta forma se puede evaluar también la competencia de trabajo en equipo, además de la de toma de decisiones mediante la resolución de problemas complejos.

La actividad de aprendizaje se ha planteado hacia el final del cuatrimestre, de forma que también sirve para evaluar las competencias a trabajar en la asignatura, así como para que los estudiantes conozcan la dinámica de las sesiones de laboratorio y estén familiarizados también con el software con el que van a resolver los problemas planteados.

En primer lugar, se realiza una breve presentación sobre qué son los ODS, así como se les presenta el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa en el que se enmarca la actividad, y se les pregunta si creen que desde la asignatura Cálculo se puede trabajar para contribuir a la consecución de dichos objetivos. Se aprovecha la breve presentación para indicarles además que en la Universitat Politècnica de València existe el Centro de Cooperación al Desarrollo, que ofrece becas y subvenciones a la comunidad universitaria para participar en programas y proyectos de solidaridad y cooperación al desarrollo, por si les fuera de interés.

A continuación, se presenta más en detalle el ODS número 9, que pretende construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación, así como algunos datos destacables sobre él, las metas planteadas a ser alcanzadas para el año 2030, y alguna otra información de interés al respecto. Seguidamente, se les presenta un ejemplo de proyecto llevado a cabo por la Organización No Gubernamental (ONG) Manos Unidas en el año 2018 para abastecer de agua potable por gravedad a tres poblados en Camerún (Proyecto Manos Unidas, 2018) y se relaciona la construcción de las canalizaciones de agua con las salidas profesionales del grado que estudian (GIGT) para trabajar en entornos multidisciplinares, ejerciendo como profesional competente en aplicaciones a obra civil y edificación.

Una vez contextualizada la práctica de laboratorio, se les plantean las actividades a realizar. Por una parte, encontrar la ubicación y el coste óptimos de una infraestructura similar a la realizada en Camerún, que permita la conducción de agua en zonas de difícil acceso para abastecer a diferentes poblaciones. Para ello se proponen que utilicen diferentes funciones donde deben aplicar conceptos vistos en Cálculo, como las derivadas parciales, la matriz Hessiana y la teoría de máximos y mínimos para encontrar la ubicación óptima que minimice el coste de la infraestructura para poder ejecutar la obra.

Tras resolver la actividad planteada, se les plantea a los estudiantes una breve tarea donde deben, por una parte, reflexionar sobre qué ODS creen que pueden ser trabajados desde las actividades relacionadas con las salidas laborales del grado que estudian (GIGT, en este caso), y que analicen el impacto que creen que pueden tener los contenidos vistos en la asignatura Cálculo en la consecución de los ODS, también relacionándolos con su titulación.

Antes de finalizar la sesión, se les solicita que hagan un breve cuestionario anónimo, donde deben contestar las siguientes preguntas:

- ¿Conocías los ODS?
- ¿Te ha gustado trabajarlos en esta práctica?
- ¿Qué cambiarías de la sesión? ¿Te gustaría trabajar los ODS en otras prácticas o asignaturas?

El cuestionario estaba abierto también a añadir comentarios que consideraran de interés. Los estudiantes, al estar frente a un cuestionario anónimo, pueden sentirse con la libertad de aportar respuestas con total sinceridad, indicando los comentarios que consideren más relevantes. Para centralizar y facilitar las respuestas a los cuestionarios y su recopilación se hace uso de la herramienta de acceso gratuito Socrative, en la que introducen un código determinado asociado al cuestionario y, sin necesidad de registro, pueden responder a las preguntas con el ordenador o con su propio móvil. Una vez cerrado el cuestionario, Socrative permite descargar las respuestas en un fichero Excel, que facilita su posterior tabulación y análisis.

4. Resultados

Tras la resolución matemática del problema planteado (entregando el código explicado que obtiene la ubicación y coste óptimos a partir del análisis de las funciones planteadas), los estudiantes realizaron y entregaron la reflexión escrita sobre a qué ODS creen que pueden contribuir desde el ejercicio de su futura profesión, así como la utilidad y el impacto de la asignatura Cálculo en la consecución de los mismos. Estas reflexiones realizadas por parejas son de respuesta abierta, para facilitar su explicación. Algunas de las ideas encontradas más relevantes y el porcentaje de alumnos que consideran que su futuro trabajo puede contribuir a cada uno de los mismos detallados se encuentran detallados en la Tabla 1.

Tabla 1. Respuestas de los estudiantes sobre qué ODS consideran están realacionados con su titulación.

Número de ODS	Porcentaje de respuestas	Ejemplos de respuestas más relevantes
1	15.8%	- Ayudar a crear oportunidades de trabajo y crecimiento económico. -Realizar infraestructuras para mitigar la pérdida económica debida a desastres naturales
2	42.1%	- Trazar rutas de reparto de alimento optimizando el tiempo de entrega.
3	26.3%	- Determinar la ubicación óptima para construir un hospital
4	26.3%	- Enseñar nociones básicas en distintos campos relacionados con la titulación.
5	5.3%	- Todo el mundo debería poder participar en la contribución de la igualdad de género.
6	68.4%	- Calcular dónde encontrar los pozos de agua subterránea y determinar el mejor lugar para su construcción, evitando pérdidas de agua y contaminación de la misma. - Mejorar la red de saneamiento y distribución de agua y pozos del terreno.
7	57.9%	- Estudiar el terreno donde construir centrales de energía verde, solar, eólicas o hidráulicas.
8	15.8%	- Enseñar los conocimientos necesarios en países en vías de desarrollo para poder crear puestos de trabajo que fomenten la economía y los estándares de vida de los trabajadores.

9	100%	- Fomentar y desarrollar infraestructuras necesarias, eficientes y resistentes, estudiando el terreno y facilitando las comunicaciones.
10	5.3%	- Evitar cualquier tipo de desigualdad.
11	84.2%	- Utilizar los SIG (Sistemas de Información Geográfica) para la investigación de terrenos, características, etc. - Evaluar terrenos para que sean lo suficientemente seguros para mantener la estabilidad de las construcciones.
12	5.3%	- Mejorar la distribución del reparto de terreno y reducir el impacto negativo en el medioambiente mediante el análisis de zonas verdes para lograr una menor contaminación.
13	47.4%	- Analizar el terreno para entender cómo afecta el clima al mismo y a las especies.
14	36.8%	- Cartografiar el suelo submarino para ayudar a preservarlo.
15	73.7%	- Cartografiar el suelo terrestre para evitar que carreteras y edificios alteren el ciclo natural de animales. - Búsqueda de camino óptimo para una autovía que permita el transporte de recursos a zonas necesitadas.
16	5.3%	- Todo el mundo debería estar capacitado para poner fin a la violencia y al maltrato.
17	0%	

Sobre los resultados mostrados en la Tabla 1, es de recalcar que los estudiantes encontraron (en mayor o menor medida) que con su titulación podrían ayudar en la consecución de todos los objetivos, excepto en el número 17 (*Revitalizar la alianza mundial para el Desarrollo Sostenible*), quizá por poco conciso y demasiado ambicioso. También es de recalcar que todos los estudiantes indicaron que podrían ayudar para alcanzar el ODS número 9 (el planteado para trabajar en la actividad planteada). Así, se deduce que la presentación e introducción de los ODS en diferentes materias de los estudios universitarios ayuda en cambiar la perspectiva de los estudiantes acerca de los mismos, visualizando la proximidad a ellos, siendo previamente la percepción sobre cómo podrían ayudar a conseguirlos más complicada.

Finalmente, los estudiantes respondieron a un breve cuestionario sobre su conocimiento previo de los ODS y sobre si les había resultado interesante la aplicación vista en la práctica, así como si les gustaría trabajarlos igualmente en otras, cuyos resultados se encuentran detallados en la Tabla 2.

Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en asignaturas de Ciencias básicas: experiencia en la asignatura Cálculo

Tabla 2. Respuestas de los estudiantes al cuestionario sobre conocimientos previos e interés en los ODS.

Pregunta	Sí	No	No responde
¿Conocías los ODS antes de esta práctica?	28.3%	52.2%	19.5%
¿Te ha gustado trabajarlos en esta práctica?	76.2%	4.3%	19.5%
¿Te gustaría trabajarlos en otras prácticas/asignaturas?	76.2%	4.3%	19.5%

A la vista de las respuestas presentadas en la Tabla 2, junto con los comentarios incluidos en el cuestionario, podemos concluir que una mayoría de los estudiantes no conocía los ODS con anterioridad a esta actividad, por lo que no les habían sido presentados en los estudios pre-universitarios que habían cursado hasta el momento. Asimismo, se muestra la gran aceptación que tiene incluirlos como trabajo en la asignatura, indicando comentarios como “ha sido más ameno y divertido el trabajo”, “no me gusta la asignatura pero sí la visión de las salidas laborales mostradas en la práctica”, “nos permite mayor creatividad”, o “me gustaría trabajar otras prácticas igual”. Igualmente, un 34% de los estudiantes que indicaron que les gustaría volver a trabajar los ODS indicaron que sería muy interesante poder relacionarlos con asignaturas de cursos superiores en la titulación. Finalmente, cabe comentar que alrededor de un 20% de los estudiantes no respondieron el cuestionario, pese a sí entregar la tarea y la reflexión evaluable. Este hecho se debe fundamentalmente a que dicho cuestionario era anónimo, para que pudieran responder con total libertad, por lo que, si se desea que la totalidad de los estudiantes respondieran al mismo, se debería incluir el nombre de los mismos, para así asegurar la respuesta.

5. Conclusiones

El trabajo de la Agenda 2030 en los estudios universitarios es un aspecto relativamente reciente, por lo que no existen demasiados trabajos ni ejemplos de cómo afrontar este tema en asignaturas concretas, como ha sido el objeto del presente trabajo. En la actividad propuesta, se ha planteado trabajar un ODS desde la resolución de problemas aplicados a los contenidos vistos en una asignatura de carácter básico de primer curso, como es Cálculo. Este ejemplo puede ser exportable a otras materias de la misma titulación, o bien de otras titulaciones de ingeniería.

De esta forma, los estudiantes han podido comprobar que ayudar a la consecución de los ODS puede realizarse en mayor o menor medida desde cualquier sector de la sociedad y prácticamente desde cualquier campo de trabajo, resultando de gran motivación para ellos la utilización de la actividad para mostrárselo. Además, presentado un ejemplo, los estudiantes son capaces de mostrar otros relacionados con el mismo, que quizá hasta el momento no se habían llegado a plantear. Sería interesante ampliar el número de actividades relacionadas con los ODS en cursos superiores de las titulaciones, donde los estudiantes tienen un mayor bagaje y visión general de su futuro laboral para poder contribuir a asentar las bases que ayuden a la consecución de dichos objetivos en un futuro, donde son, sin duda, el motor de cambio necesario para poder alcanzarlos.

Agradecimientos

El presente trabajo se encuentra enmarcado en el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa de la Universitat Politècnica de València “Análisis y propuestas de implantación de los ODS en las titulaciones de la ETSIGCT” (PIME/21-22/269), convocatoria Aprendizaje+Docencia 2021.

Referencias

Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, 17 Objetivos para las personas y para el planeta. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/> (accedido el 03/04/2023).

Centro de Cooperación al Desarrollo de la Universitat Politècnica de València (2020). Los ODS en las universidades españolas: una propuesta de la UPV para medir su grado de cumplimiento.

Castiñeira-Ibáñez, S., Tarrazó-Serrano, D., Uris, A., Gasque, M. y Rubio, C (2022). *ODS y Física de la mano*. VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red (In-RED 2022, 6-8 julio 2022). <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15909>

Checa Martínez, E. y Alemany Martínez, E. (2013). *Introducción al cálculo*.

Chicharro, A. y Campión M.J. (2021). *¿Qué tienen en común Derecho y Matemáticas? Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como sustrato transversal de números y leyes*. VI Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación (CINAIC, 20-22 Octubre 2021). DOI:10.26754/CINAIC.2021.0071

Objetivos y metas de Desarrollo Sostenible, Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/> (accedido el 03/04/2023).

Proyecto Manos Unidas, 2018: Abastecimiento de agua potable por gravedad a tres poblados <https://www.manosunidas.org/proyecto/2018-abastecimiento-agua-potable-gravedad-tres-poblados> (accedido el 03/04/2023).

SDSN Australia/Pacific: Getting started with the SDGs in universities. A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector (2017). Sustainable Development Solutions Network.

Stewart, J. (2018). *Cálculo de una variable : trascendentes tempranas*. Ed. Cengage Learning.

Stewart, J. (2022). *Cálculo multivariable*. Ed. International Thompson.